

Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Návrh vytápění rodinného domu.
Design heating of residential home.

2018

Bc. Marián Smažák

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta elektrotechniky a informatiky
Katedra elektroenergetiky

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Marián Smažák**
Studijní program: N2649 Elektrotechnika
Studijní obor: 3907T001 Elektroenergetika
Téma: **Návrh vytápění rodinného domu.
Design heating of residential home.**

Jazyk vypracování: čeština

Zásady pro vypracování:

Teoretický rozbor alternativ vytápění.
Tepelná čerpadla, výběr optimální varianty pro vytápění rodinného domu.
Solární kolektory, fotovoltaické panely, rozbor pro vytápění.
Návrh vytápění zvoleného rodinného domu.

Seznam doporučené odborné literatury:

1. Hradílek Z. a kol. Elektrotepelná technika. ČVUT Praha 2011.
2. Hradílek Z. Elektrotechnika distribučních a průmyslových zařízení. Montanex Ostrava 2008.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc.**

Datum zadání: 01.09.2017

Datum odevzdání: 30.04.2018

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.
vedoucí katedry




prof. Ing. Pavel Brandštetter, CSc.
děkan fakulty

Prehlásenie

Prehlasujem, že som túto diplomovú prácu vypracoval samostatne.

Uviedol som všetky literárne pramene a publikácie, z ktorých som čerpal.

V Ostrave dňa: 24.4.2018


.....
podpis študenta

Pod'akovanie

Rád by som poďakoval vedúcemu diplomovej práce, prof. Ing. Zdeněk Hradílek, DrSc. za odbornú pomoc a konzultáciu pri vytváraní tejto práce.

Abstrakt

Táto diplomová práca je zameraná na spôsoby vykurovania objektov, prevažne rodinných domov. Cieľom je sumarizovanie možností vykurovania. Pre návrh vykurovania je potrebné poznať tepelnú stratu domu, ak ju poznáme môžeme navrhnúť systém rozvodu tepla a následne tepelný zdroj. Súčasťou práce je praktický výpočet tepelných strát za pomoci programu TechCON Rehau, a návrh vykurovacieho systému. Práca obsahuje porovnanie vykurovania pomocou tepelného čerpadla, tuhého paliva a elektrických konvektorov pre zateplený a nezateplený rodinný dom. Súčasťou diplomovej práce je návrh vykurovacích systémov podložený výpočtami, výkresovou dokumentáciou s cenovým ohodnotením každej varianty a výberom optimálnej varianty pomocou multikriteriálnej analýzy..

Kľúčové slova

vykurovanie; teplo; tuhé palivo; tepelné čerpadlo; solárne systémy; fotovoltaické systémy; uhlie; drevo; konvektor; radiátor; podlahové kúrenie; tepelné straty; teplá úžitková voda; multikriteriálna analýza; ústredné kúrenie; energia; návratnosť; cena;

Abstract

This graduation thesis is specialized in ways of heating premises, especially family houses. The main goal is summarising ways of heating. For heating plan there is a need to measure heat losses of that house, and subsequently we can effectively design heat source and its wiring. Part of this thesis is also measure heat losses with the help of TechCONRehau application and suggestion useable heating system. Thesis contains comparison heating by heat pump, fossil fuels and electrical convectors for family house with and then without thermal insulation. Another part of this graduation thesis is suggestion of more heating systems upgraded by calculation, mechanical drawing and price rating each variant and next selection of optimal one with the help of multicriterial analysis.

Key words

heating; heat; solid fuel; Heat Pump; solar systems; photovoltaic systems; coal; wood; convector; radiator; underfloor heating; heat loss; hot water; multi-criteria analysis; central heating; energy; return; the price;

Seznam použitých symbolov

Symbol	Jednotky	Význam symbolu
A	m^2	Plocha
a	M	Rozstup potrubia
a_s		Azimutový uhol
b	-	Redukčný činiteľ
c	$J/(kg \cdot K)$	Merná tepelná kapacita
f_g	-	Korekčný činiteľ
h	$W/m^2 \cdot K$	Súčiniteľ prestupu tepla
H	W/K	Súčiniteľ tepelnej straty
I	A	Prúd
l	m	Dĺžka
m	kg	Hmotnosť
n	-	Počet
P	W	Výkon
R	Ω	Elektrický odpor
S	m^2	Plocha kolektoru
Q	J	Množstvo tepla
T	K	Termodinamická teplota
U	V	Napätie
V	m^3	Objem
ϵ	-	Výkonové číslo
Φ	W	Tepelné straty, tepelný výkon
Θ	$^{\circ}C$	Teplota v stupňoch celzia
η	-	Účinnosť
q	W/m^2	Merný výkon, tepelný tok
r	-	Reflexnosť skla
ρ	kg/m^3	Hustota
U_{equiv}	$W/m^2 \cdot K$	Ekvivalentný súčiniteľ prestupu tepla

G_w	-	Korekčný činiteľ pre podzemnú vodu
t	s	Časová konštanta

Seznam použitých skratiek

Skratka	Význam
AC	Striedavý prúd
COP	Vykurovaní faktor
ČR	Česká republika
ČSN	Česká štátna norma
DC	Jednosmerný prúd
DN	Menovitý vnútorný priemer potrubia
DPH	Daň z pridanej hodnoty
Kč	Koruna česká
MCA	Multikriteriálna analýza
PVC	Polyvinylchlorid
PE	Polyetylen
RD	Rodinný dom
TČ	Tepelné čerpadlo
TUV	Teplá úžitková voda
UV	Ultrafialové
WSA	Metoda váženého súčtu

Obsah

Úvod.....	- 1 -
1 Teoretický rozbor alternatív vytápění	- 2 -
1.1 Alternatívy vykurovania.....	- 2 -
1.1.1 Rozdelenie systémov:.....	- 2 -
1.2 Elektrické systémy	- 3 -
1.2.1 Akumulačné elektrické vykurovanie.....	- 3 -
1.2.2 Teplovzdušné ohrievače	- 3 -
1.2.3 Podlahové akumulčné vykurovanie.....	- 5 -
1.2.4 Priame elektrické ohrievače	- 5 -
1.2.5 Konvenčné elektrické vykurovanie	- 6 -
1.2.6 Podlahové vykurovanie výhrevnými káblami	- 6 -
1.2.7 Podlahové vykurovanie infračíliami	- 7 -
1.2.8 Sténové vykurovanie	- 8 -
1.2.9 Sálavé elektrické vykurovanie.....	- 9 -
1.2.10 Teplovodné elektrokotle.....	- 10 -
1.2.11 Elektrická kozubová vložka	- 12 -
1.3 Tuhe palivo.....	- 12 -
1.3.1 Splyňovacie kotle	- 12 -
1.3.2 Biomasa pevná	- 13 -
1.3.3 Peletový kotol:.....	- 15 -
1.3.4 Prehorievací kotol na kusové palivo.....	- 15 -
1.3.5 Interiérový kotol na drevo	- 15 -
1.3.6 Vstavaná pec a kachle	- 16 -
1.3.7 Teplovzdušný kozub.....	- 16 -
1.3.8 Automatické kotle na uhlie.....	- 16 -
1.3.9 Bioetanol	- 17 -
1.4 Plyn	- 17 -
1.4.1 Odvod spalín.....	- 17 -
1.5 Tepelná pohoda	- 18 -

1.6	Umiestnenie a tvar objektu.....	- 19 -
1.7	Príprava teplej úžitkovej vody.....	- 22 -
1.7.1	Prevádzka zo slnečnými kolektormi.....	- 22 -
1.7.2	Udržiavanie TUV	- 24 -
1.7.3	Akumulácia tepelnej energie	- 24 -
1.8	Vykurovanie vonkajších plôch.....	- 24 -
1.8.1	Vykurovanie chodníkov	- 24 -
1.8.2	Ochrana odkvapov pred namŕzaním.....	- 25 -
1.9	Hybridný systém vykurovania.....	- 25 -
2	Tepelné čerpadlá, výber optimálnej varianty pre vykurovanie rodinného domu	- 26 -
2.1	Rozdelenie tepelných čerpadiel.....	- 27 -
2.1.1	Vzduch – voda.....	- 28 -
2.1.2	Vzduch – vzduch	- 28 -
2.1.3	Zem – voda.....	- 28 -
2.1.4	Voda – voda.....	- 33 -
2.1.5	Energetické pilóty.....	- 34 -
2.1.6	Prevádzka tepelných čerpadiel	- 34 -
2.2	Výber optimálnej varianty pre vykurovanie zvoleného rodinného domu ...	- 37 -
2.2.1	Podklady pre výber tepelného čerpadla.....	- 37 -
2.2.2	Výber tepelného čerpadla pomocou MCA	- 38 -
2.2.3	Návrh tepelného čerpadla	- 41 -
3	Solárne kolektory, fotovoltické panely, rozbor pre vykurovanie.	- 44 -
3.1	Solárne kolektory	- 44 -
3.1.1	Optické a tepelne straty kolektoru.....	- 44 -
3.1.2	Energetická účinnosť kolektora.....	- 46 -
3.1.3	Výpočet a návrh slnečného kolektora.....	- 47 -
3.1.4	Druhy a konštrukčné riešenie kolektorov	- 47 -
3.1.5	Orientácia a umiestnenie kolektorov	- 48 -
3.1.6	Výpočet optimálnej kolektorovej plochy	- 48 -
3.1.7	Energia zachytená kolektorom	- 49 -
3.1.8	Výpočet plochy kolektorov	- 49 -

3.1.9	Tepelná bilancia kolektorov	- 50 -
3.1.10	Nízkoteplotné slnečné energetické systémy	- 51 -
3.1.11	Solárny energetické systémy pre vykurovanie	- 54 -
3.1.12	Slnečné energetické systémy na prípravu teplej vody	- 55 -
3.1.13	Slnečné energetické systémy pre ohrev teplej vody sezónny ohrev	- 56 -
3.1.14	Slnečné energetické systémy pre vykurovanie objektov	- 56 -
3.2	Fotovoltaické systémy	- 57 -
4	Návrh vykurovania zvoleného rodinného domu	- 59 -
4.1.1	Výpočet tepelnej straty	- 60 -
4.1.2	Celková navrhovaná tepelná strata	- 61 -
4.1.3	Návrh vykurovania pre zateplený rodinný dom	- 64 -
4.1.4	Návrh vykurovania pre nezateplený rodinný dom	- 65 -
4.1.5	Výsledný návrh vykurovania	- 67 -
	Záver	- 68 -
	Použitá literatúra	- 69 -
	Zoznam obrázkov	- 73 -
	Zoznam tabuliek	- 75 -
	Zoznam príloh	- 76 -

Úvod

Na každú problematiku existuje mnoho názorov a mnoho riešení, avšak vždy je možnosť voľby na človeku. Pri vykurovaní objektov existuje mnoho spôsobov, ktoré sú však v súčasnosti silne ovplyvnené hlavne ekonomickým postojom. V tejto diplomovej práci budú priblížené niektoré z nich. Prvá kapitola približuje všeobecne možnosti vykurovania, základné rozdelenie systémov, ich prednosti a nedostatky. Porovnáam systémy rozvodu tepla v objekte a požiadavky na tepelnú pohodu, ktorá výrazne ovplyvňuje žitie v danom objekte. Správne navrhnutý systém nám ušetrí mnoho nervov a starostí v budúcnosti, a prispeje k zlepšeniu životného pohodlia.

V ďalšej časti sa pozrieme na problematiku tepelných čerpadiel, ich základné rozdelenie a priblížime si jednotlivé varianty na vykurovanie, alebo ohrev teplej úžitkovej vody. V poslednej časti kapitoly si priblížime konkrétny návrh tepelného čerpadla, využijeme multikriteriálnu analýzu na získanie objektívneho výsledku, výberu optimálnej varianty.

Tretia časť je venovaná získavaniu energie z našej životodárnej hviezdy. Priblížime si solárne systémy, ich využitie pre vykurovacie účely, možnosti ohrievania či už pre technické účely alebo iné.

Posledná kapitola je venovaná vykurovaniu rodinného domu. Porovnáme si niekoľko systémov vykurovania, od podlahového vykurovania, cez tradične teplovodné radiátory až ku konvektorom. Každý vykurovací spôsob je nacený, so základnými požiadavkami pre výber ideálneho zdroja. K druhej a štvrtej kapitole je k dispozícii výkresová dokumentácia, s podrobnejším spracovaním danej problematiky a možnosti realizácie.

1 Teoretický rozbor alternatív vytápění

1.1 Alternatívy vykurovania

V súčasnosti máme k dispozícii mnoho spôsobov vykurovania. Pri voľbe vykurovania by sme mali brať do úvahy niekoľko faktorov, ktoré nám podstatne ovplyvnia investície, pohodlie a čistotu vykurovania. Významný vplyv na ekonomiku vykurovania má vykurovaný objekt, poloha danej stavby, dostupnosť dodávanej energie, respektíve paliva a požiadavku na jeho teplotné rozmedzie. Pri výbere tepelného zdroja musíme zvážiť aj možnosť súčasného ohrevu TUV alebo prípadnej klimatizácie. Pre správny výber musíme zvážiť tepelné straty objektu a podľa toho nadimenzovať tepelný zdroj. Pri kotloch, v ktorých dochádza k spaľovaniu musíme brať do úvahy polohu kotla v objekte s nutnosťou pripojenia na komín a nasávania vzduchu potrebného na spaľovanie. Nesmieme zabúdať ani na systém rozvodu tepla vo vykurovanom objekte, ten nám určí estetické prevedenie a tepelnú pohodu v danom objekte.

1.1.1 Rozdelenie systémov:

Podľa inštalácie v objekte:

Centralizovane

Decentralizovane

Podľa použitého paliva:

Elektrické

Plynové

Tuhé palivo

Solárne

Hybridy

Podľa uchovania energie:

Akumulačne

Priamo výhrevné

Hybridy

1.2 Elektrické systémy

1.2.1 Akumulačné elektrické vykurovanie

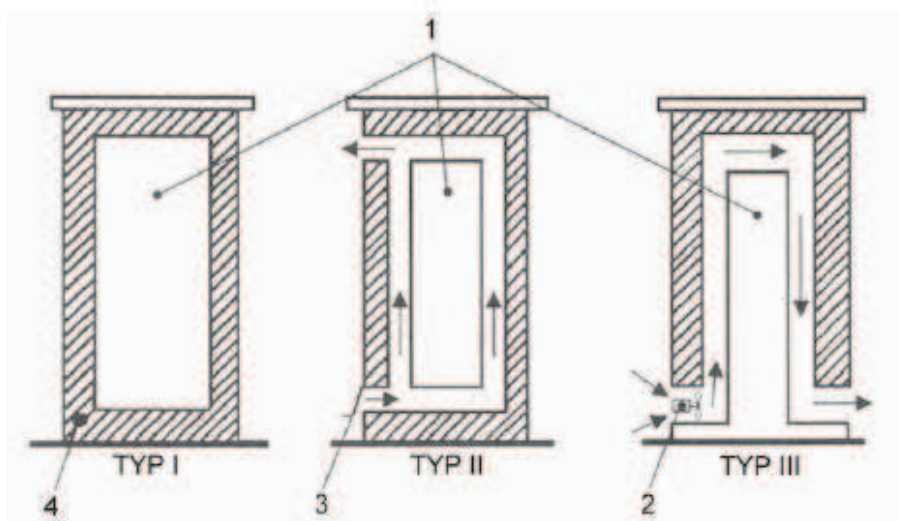
Táto forma vykurovania bola veľmi výhodná pre energetickú sústavu, za účelom vyrovnať denný zaťažovací diagram, ktorý je vidieť na obr.1 Denný diagram zataženia siete, a tak vyrovnať energetické špičky. Minimá, ktoré nastávajú prevažne v čase útlmu priemyselných závodov, teda v noci, sú zvyšované touto formou spotreby elektrickej energie, avšak v súčasnosti prevláda snaha o čo najväčšie vyrovnanie spotreby elektrickej energie aj počas dňa. Existuje mnoho spôsobov premeny elektrickej energie na tepelnú energiu. Napríklad odporové vykurovacie články alebo káble, ktoré sú uložené v akumulačnom materiáli. Vyrábajú sa rôzne akumulačné materiály, môžu mať takmer ľubovoľný tvar, najčastejšie sú podobné vykurovacím telesám, kotol alebo betónová konštrukcia vykurovaného objektu, a to hlavne v podlahe. Pri návrhu je dôležité poznať tepelné straty objektu a dobu vykurovania na výpočtovú teplotu. [1]



Obrázek 1.1: 1 Denný diagram zataženia siete

1.2.2 Teplovzdušné ohrievače

Ohrievače delíme podľa systému vyhotovenia a šírenia tepla na tri druhy, ktoré sú na obr. 2 Prevedenie akumulačných ohrievačov. Všetky tri typy používajú podobnú zložku a to akumulačnú látku, najčastejšie sa využíva šamot alebo magnezit.



Obrázek 1.2: 2 Prevedenie akumulčných ohrievačov

1 – akumulčná látka, 2 – ventilátor, 3 – regulačná klapka, 4 – tepelná izolácia [1]

Typ I

Prvý typ nám neumožňuje riadiť predávané množstvo tepla do okolia. Využíva prirodzené šírenie tepla, to znamená že sa naakumulované teplo šíri samovoľným sálaním do okolitého vzduchu. Tepelná energia je uložená v šamotovom jadre ohrievača, v ktorom sú vykurovacie telesá. V súčasnosti sa namiesto šamotových tvárnic používajú keramické vykurovacie tyče.

Typ II

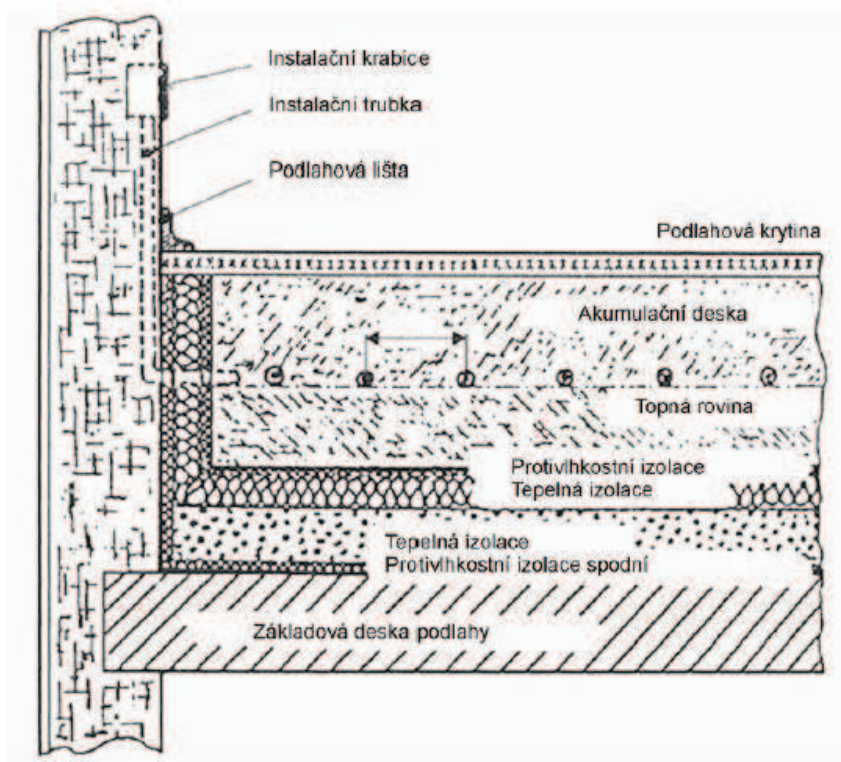
Výmena tepla s okolím prebieha rovnako ako v predošlom type, avšak tento typ ohrievača má v sebe zabudované teplovzdušné kanáliky, ktoré umožňujú prúdenie vzduchu vnútri ohrievača s možnosťou riadenia. Výhodou je možnosť užitia termostatu, ktorý reguluje klapky teplovzdušných kanálikov.

Typ III

Tieto ohrievače sú vybavené ventilátorom, ktorý slúži k nútenému obehu vzduchu cez teplovzdušný kanálik. Akumulačné jadro je izolované. Povrchová úprava ohrievača je plechová. Teplota plášťa nedosahuje vysokých teplôt a ani neslúži primárne k šíreniu tepla do okolia. To je zabezpečené hlavne prúdiacim vzduchom cez teplovzdušný kanálik s možnosťou regulácie rýchlosti prúdenia. [1]

1.2.3 Podlahové akumulčné vykurovanie

Podlahové vykurovanie veľkoplošné, je jednou z možností akumulčného vykurovania objektu. Ako akumulčný materiál sa využíva betón, v ktorom sú umiestnené vyhrevné telesá. Povrchová teplota z hygienického hľadiska nemá stúpnuť nad 29 °C, v kúpeľni 33 °C. Teplo sa akumuluje do betónu v podlahe prevažne v noci. Tento spôsob sa predovšetkým nabíja v noci počas 8 hodín a zavádza sa do nových alebo zrekonštruovaných objektov, ktoré sa využívajú v doobedňajších hodinách prípadne v skorých poobedňajších hodinách, v prípade požiadavku využívania priestorov v priebehu celého dňa je nutné voliť doplnkový zdroj tepla alebo využiť možnosť spustenia podlahového vykurovania počas dňa. Spodná vrstva materiálu pod betónom musí dobre izolovať, aby nedochádzalo k šíreniu tepla do zeme. Pri plánovaní podlahového vykurovania musíme počítať s hrubou vrstvou betónu pre akumuláciu, až 150 mm. Charakter podlahového vykurovania môžeme prirovnať k akumulčným kachliam. Odozva na reguláciu teploty je veľmi zdĺhavá a preto nie je vhodná do priestoru, kde je požadovaný rýchly nárast teploty. Rez podlahového kúrenia môžeme vidieť na obr. 3 Rez akumulčného podlahového vykurovania.



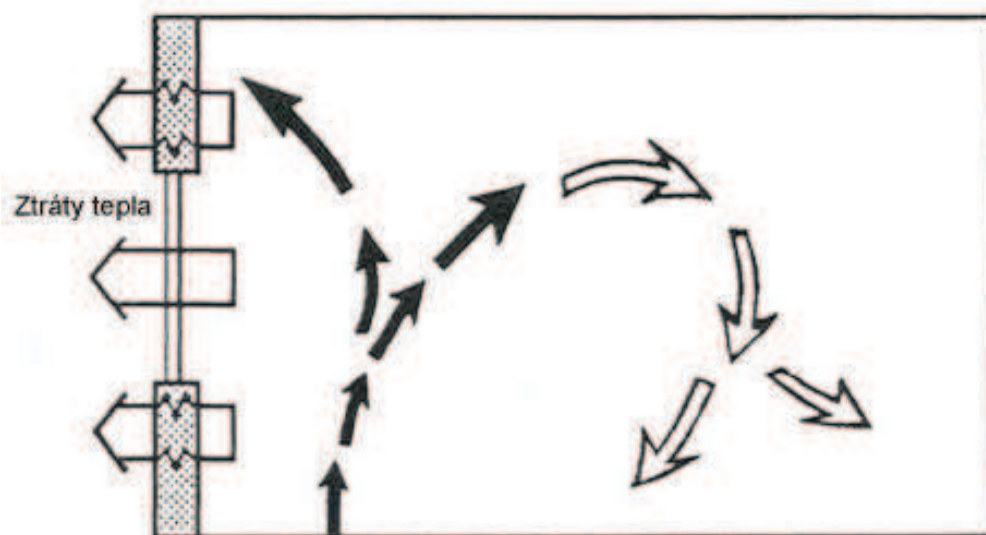
Obrázek 1.3: 3 Rez akumulčného podlahového vykurovania [2]

1.2.4 Priame elektrické ohrievače

Skladajú sa z rozvodov, z priamych ohrievačov s vykurovacími článkami alebo elektródami a z regulačných obvodov pre zabezpečenie optimálneho vykurovania.

1.2.5 Konvenčné elektrické vykurovanie

Konvektor premieňa všetku privedenú elektrickú energiu na tepelnú energiu s takmer 100% účinnosťou. Studený vzduch sa dostáva na spodnú časť konvektoru, kde sa začne ohrievať a pomaly stúpa a ešte viac sa od konvektoru ohrieva. Po vystúpaní nad konvektor k stropu sa vzduch pomaly ochladzuje a prirodzenou cestou klesá dole, a celý cyklus sa opakuje.

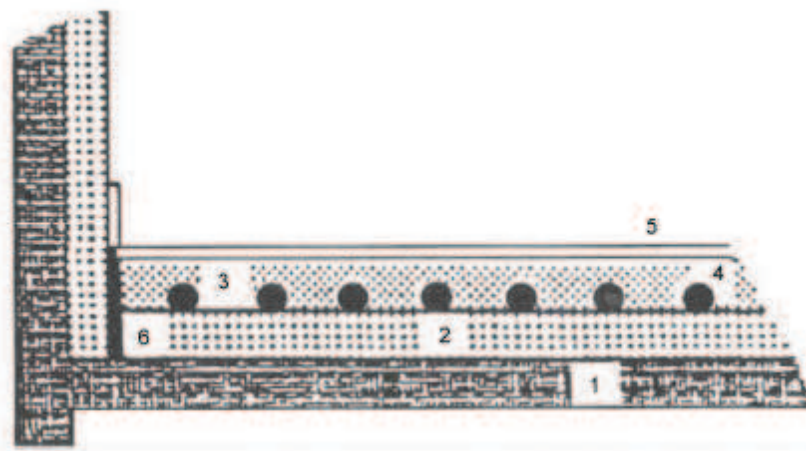


Obrázek 1.4: 4 cirkulacia vzduchu v miestnosti

Konvektory sa vyrábajú v rôznych prevedeniach, a to z možnosťou premiestňovania alebo pevného ukotvenia na stenu. Vyhotovujú sa ako radiátory s ohrievanou náplňou, prevažne olejovou. Vyhotovujú sa aj odporové ohrievače, väčšinou sa konštruujú z nerezovej ocele s nalisovanými hliníkovými lamelami upravené pre tichú prevádzku. Okolité vzduch sa ohrieva prirodzeným prúdením okolo vykurovacieho článku. Moderné konvektory sú vybavené rôznymi možnosťami regulácie, tieto konvektory môžeme regulovať ako samostatné jednotky alebo ako skupiny ohrievačov, nie je problém ich zakomponovať do moderných domácností s možnosťou regulácie cez internet. Je možné vybaviť konvektory nútenou cirkuláciou vzduchu. Ohrievače umožňujú veľmi rýchlu reguláciu teploty v miestnosti. [2]

1.2.6 Podlahové vykurovanie výhrevnými káblami

Veľkoplošné podlahové systémy vyhotovené zaliatím vykurovacích káblou do betónovej podlahy sú obľúbené pre vysokú účinnosť a rovnomerné rozloženie tepla po celej ploche. Výborné použitie vykurovaného priestoru, jednoduchú realizáciu a vytvorenie kvalitnejšej tepelnej pohody ako konvektory. Moderné vykurovacie káble navyše umožňujú samoreguláciu, teda zníženie príkonu na danej ploche v miestach so zvýšenou izoláciou spôsobenou napríklad nábytkom. Pre zjednodušenie montáže sa vyhotovujú pred pripravené siete káblov ktoré stačí rozmotat' na vhodne upravenú plochu a zaliať betónom. [2] [11]

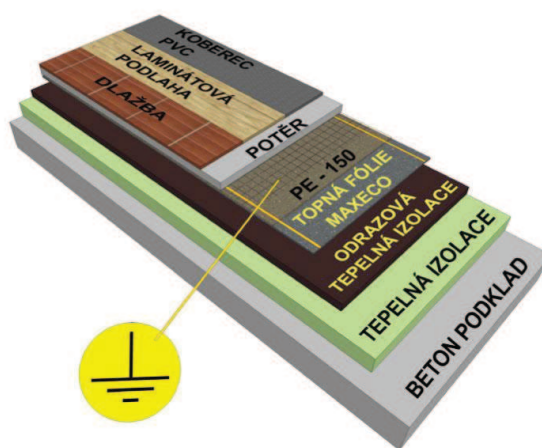


Obrázek 1.5: 5 prierez podlahy pri použití vyhrevných káblou

1 – betonová doska, 2 – tepelná izolácia, 3 – betonová vrstva s uloženými káblami, 4 – vykurovacie káble, 5 – nášlapný povrch, 6 - izolácia [2]

1.2.7 Podlahové vykurovanie infrafóliami

Vykurovacie fólie sú moderný, zdravý a úsporný zdroj tepla, ktorý sála infra vlny na ľubovoľne veľkej ploche. Zdrojom sálavého tepla je vrstva uhlíkovej pasty, ktorá s minimálnymi stratami premieňa elektrickú energiu na tepelné vlny. Vykurovacie fólie vyžarujú dlhovlnné infračervené žiarenie s vlnovou dĺžkou 3-100 μm . Žiarenie prechádza vzduchom takmer bez strát a ohrieva okolité predmety, a vzduch sa ohrieva až následne od okolia. Majú široké využitie tak pre rodinné domy, ako aj pre priemyselné a hospodárske stavby, nevynímajúc terárie, voliéry atď. Výhodou fólii je ich hrúbka 0,25 – 3 mm, vďaka čomu ich môžeme umiestniť bez výraznej zmeny výšky podlahy napríklad do lepidla pod dlažbu. Vykurovacie fólie sú samoregulovateľné, ak sa zvýši teplota fólie zvýši sa jej elektrický odpor kvôli rozťažnosti molekúl uhlíku v polyméri, a tým klesne výkon v danej oblasti. Samoregulácia nastáva v prípade, ak je napríklad vykurovaná časť podlahy zakrytá nábytkom. Samoregulácia je možná v rozsahu 50 %. [24]



MOKRÁ INSTALACE + VZOR SKLADBY

Obrázek 1.6: 6 uloženie infrafólie do podlahy

1.2.8 Stenové vykurovanie

Teplovodné stenové vykurovanie je potrubný systém uložený v stene, podobne ako u podlahového teplovodného vykurovania. Ide o veľkoplošný vykurovací systém, teplota vykurovacej vody môže byť vyššia než u podlahového vykurovania, pretože nedochádza k priamemu kontaktu povrchom a to až 60 °C v závislosti na konštrukcii. Stenové vykurovanie je vhodné do budov s ťažkou konštrukciou. V prípade požiadavku, je možné miesto vykurovania chladiť objekt a to prietokom studenej vody. Pri chladení objektu je nutné brať ohľad na teplotu rosného bodu, odporúča sa teplotný spád maximálne 3 °C. Stenové rúry sa vyrábajú buď z plastu spevneného hliníkom, alebo z medi. U plastových rúrok je montáž veľmi jednoduchá, pri použití medeného potrubia je už zložitejšia montáž. Pri použití medených rúrok je potreba zabezpečiť omietku proti praskaniu z dôvodu rozťažnosti kovu, u plastových rúrok je tento problém menší. Nevýhodou stenového vykurovania je obmedzenie rozmiestnenia nábytku, pričom nábytok, závesy a podobné predmety, ktoré by bránili prestupu tepla do miestnosti by nemali zakrývať vykurovacie plochy. Problém môže nastať pri potrebe vŕtania do stien, pričom je plastové potrubie ťažko zistiteľné. V prípade použitia na obvodové steny musí byť zabezpečená dostatočná izolácia steny. Na stenové vykurovanie môžeme použiť obdobne ako u podlahového vykurovania elektrické odporové alebo infra káble, popri prípade infra fólie. [9], [18], [23]



Obrázek 1.7: 7 Stenové vykurovanie

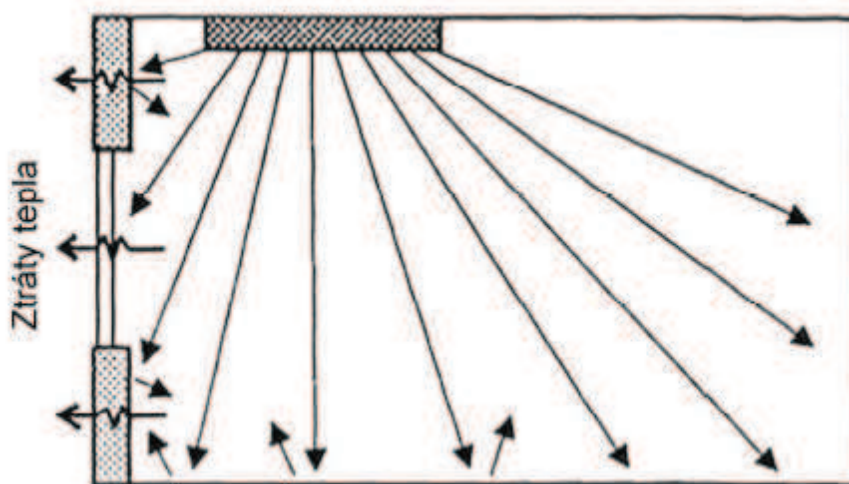
1.2.9 Sálavé elektrické vykurovanie

Výhodou elektrického sálavého vykurovania je, že ohrieva predmety vo vykurovacom priestore. Zatiaľ čo konvenčné vykurovacie systémy vždy vyhrievajú vzduch a ten následné predmety, sálavé vykurovanie vyhrieva predovšetkým predmety a to vďaka tomu že k prenosu tepla dochádza žiarením. Každé teleso vyžaruje do svojho okolia elektromagnetickú energiu. Z celej škály vlnových dĺžok nás zaujímajú iba tie ktoré môžu predmety pohltiť a zmeniť na tepelnú energiu.

Sálať môžu infračervené žiariče, ktorých povrchová teplota je väčšia ako 250 °C a ich sálanie je usmernené reflektorom v požadovanom smere.

Ďalšou variantou sú nízkotepelné žiariče, ktorých povrchová teplota dosahuje 25 – 40 °C. Tieto žiariče sa najčastejšie konštruujú ako sálavé panely alebo fólie, ktoré sa umiestňujú pod omietku na strop alebo stenu, ale je možnosť ich inštalovať aj do podlahy.

Úspora oproti konvenčnému vykurovaniu sa pohybuje od 18-25 % a to vďaka nižšej teplote vzduchu v miestnosti. [2]



Obrázek 1.8: 8 stropný sálový žiarič

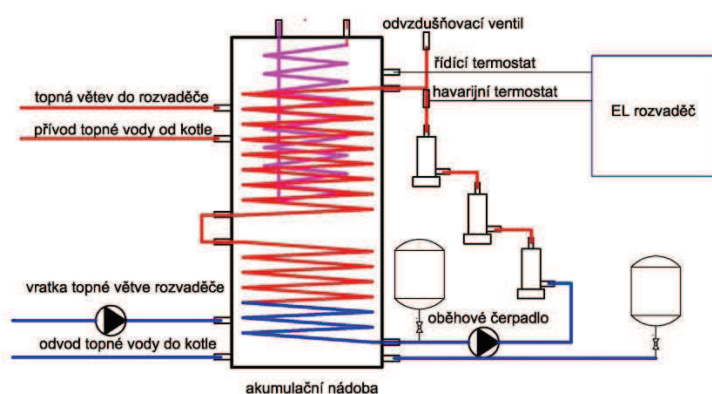
1.2.10 Teplovodné elektrokotle

Teplovodné kotle môžeme využiť pri nových stavbách, avšak ich najvhodnejšie použitie je ako náhrada za pece na tuhé palivá, v systéme s ústredným kúrením rodinných domov. Vykurovacím médiom je voda, ktorá je vyhrievaná v uzatvorenej nádobe odkiaľ je rozvedená potrubím do radiátorov alebo podlahového vykurovania v miestnostiach. Ohrev vody je zaistený výhrevnými telesami pracujúcimi na odporovom princípe, klasický odporový kotol. Pri prechode prúdu I vodičom s odporom R , vzniká tepelná energia, ktorú definuje Joule-Lenzov zákon. Táto energia sa prejaví ako tepelná, pri konštantnom prúde sa nemení ani rýchlosť nositeľov prúdu v smere potenciálu. Vodič má pevne danú polohu a tvar, teda nekoná žiadnu mechanickú prácu. To znamená, že všetka elektrická energia sa musí premeniť na tepelnú energiu.

$$P = RI^2 \quad (W) \quad (1.1)$$

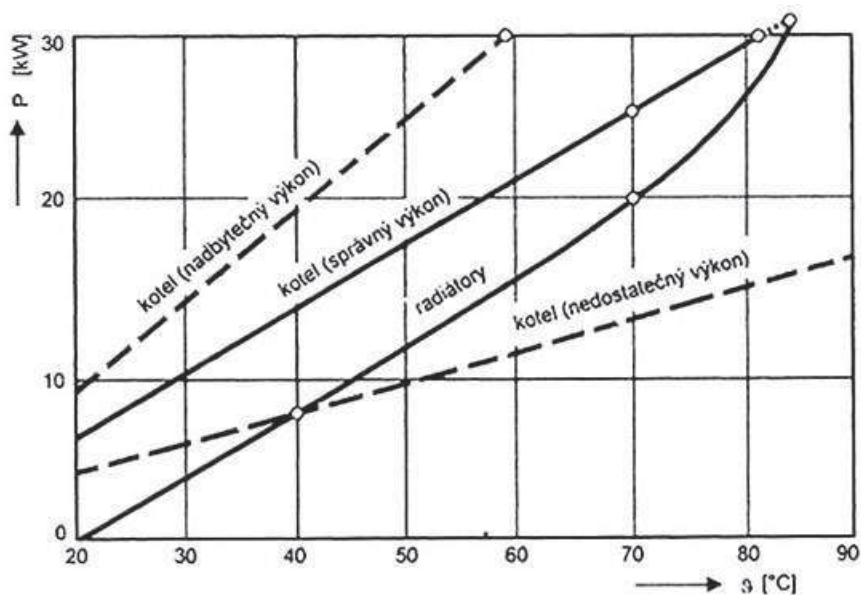
Ďalšou variantou je elektródový kotol, kde teplo vzniká prechodom prúdu priamo cez vodu medzi elektródami. Avšak, aby bolo možné viesť prúd cez vodu, musí dôjsť k chemickej úprave vody. Pre elektródové kotle je možné výhradne používať iba striedavý prúd. Pri pripojení jednosmerného prúdu nastane elektrolyza vody a tá môže zapríčiniť výbuch kotla. Elektródové kotle sa vyrábajú aj pre priemyselné používanie a to až do napätia 35 kV. Pre bežne domácnosti sa vyhotovujú v prevedeniach jedno alebo troj fázových, teda na 230 V alebo 400 V. Regulácia elektródových kotlov je možná použitím viacerých skupín elektród, zmenou plochy elektród a

ich ponorenia alebo zmenou vodivosti medzi elektródami vložení izolačných priehradok.



Obrázek 1.9: 9 elektródový kotol

Elektrody sa vyrábajú z grafitu, pre nízke výkony, alebo z ušľachtilej oceli pre väčšie výkony. Elektródové kotle sú veľmi jednoduché, pomerne lacné, spoľahlivé a s 99,9 % účinnosťou. Výkon kotla je závislý na teplote vody, pretože so stúpajúcou teplotou vody klesá odpor medzi elektródami. Toto má výhodu hlavne pri obnovení prevádzky po výpadku energie pretože nezaťažuje sieť plným výkonom.



Obrázek 1.10: 10 závislosť elektrického výkonu elektródového kotla na teplote

Problémom týchto kotlov je že prímiesy ktoré zabezpečujú vodivosť vody a teda priamo ovplyvňujú výkon kotla, spôsobujú zvýšené korozívne účinky na vykurovaciu sústavu a kotol. [3]

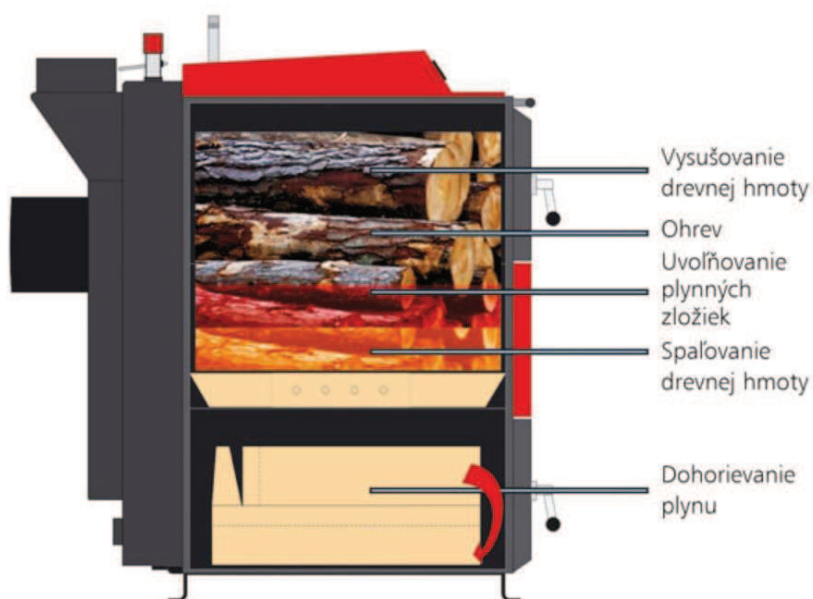
1.2.11 Elektrická kozubová vložka

Ak nemáte komín a predsa chcete mať doma kozub, môžete použiť elektro vložku, ktorá sa obmurováva presne tak, ako klasická kozubová vložka, ale funguje na elektrický prúd. Netreba sa obávať vysokej spotreby elektriny, lebo elektrický kozub má výkon zhruba dva kilowatty. Aj tu si však musíme ujasniť, na čo bude spotrebič slúžiť. Môže sa používať ako doplnkové vykurovacie teleso mimo vykurovacej sezóny. Výhodou je, že na jeho inštaláciu netreba stavebné povolenie. [30]

1.3 Tuhé palivo

1.3.1 Splyňovacie kotle

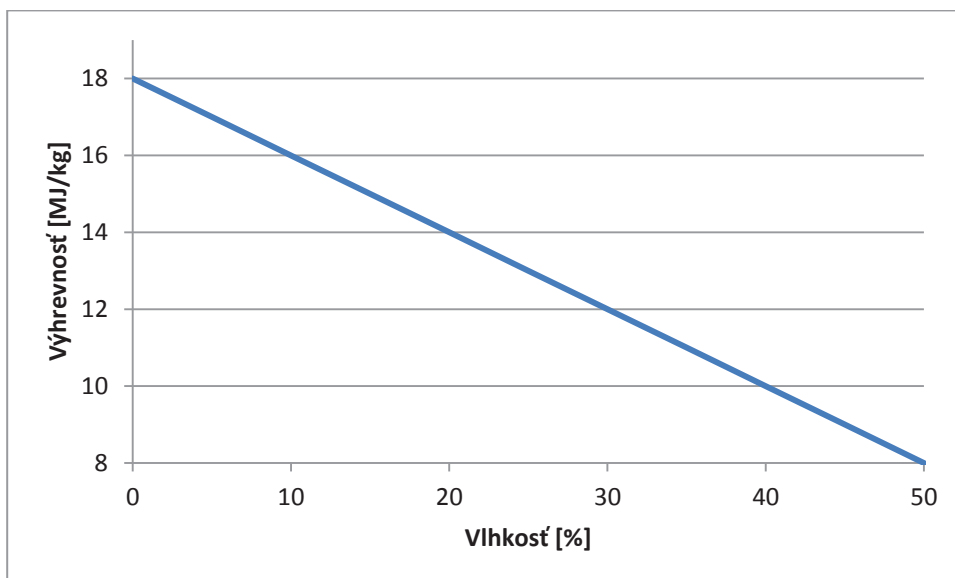
Dosahujú vyššej účinnosti spaľovania paliva, a tým aj výraznamné zníženie spotreby. Splynovanie dreva je proces, pri ktorom sa drevo pri teplote 200 °C vysuší, pri teplote 200 - 700 °C s obmedzeným prístupom vzduchu dochádza k rozkladu dreva a uvoľňovaniu plynu, ktorý sa v spaľovacej komore spaľuje, vzniknuté drevené uhlie sa následne spaľuje na rošte. Dodávky vzduchu sú zabezpečené odťahovým ventilátorom a regulačnými klapkami. Teplota plameňa dosahuje 1000 - 1300 °C, v spaľovacej komore je keramická výstelka. Kotle sú vybavené automatikou, ktorá reguluje chod kotla a v prípade výpadku energie je kotol schopný pracovať na 70 % svojho výkonu. Pri použití suchého a čistého paliva stačí popol vyprázdňovať 1x za týždeň. Splyňovať je možno drevo, uhlie, brikety alebo pelety. Pre iný typ paliva je vhodné voliť kotol presne upravený na dané palivo. Univerzálne kotle dosahujú nižšej účinnosti ako zvlášť upravené. Ku kotlom je vhodné voliť akumuláciu nádobu, pretože výstupná teplota z kotla je 80 - 90 °C. Účinnosť drevosplyňovacích kotlov dosahuje až 97 %. [12], [27]



Obrázek 1.11: 11 Princíp splynovacieho kotla

1.3.2 Biomasa pevná

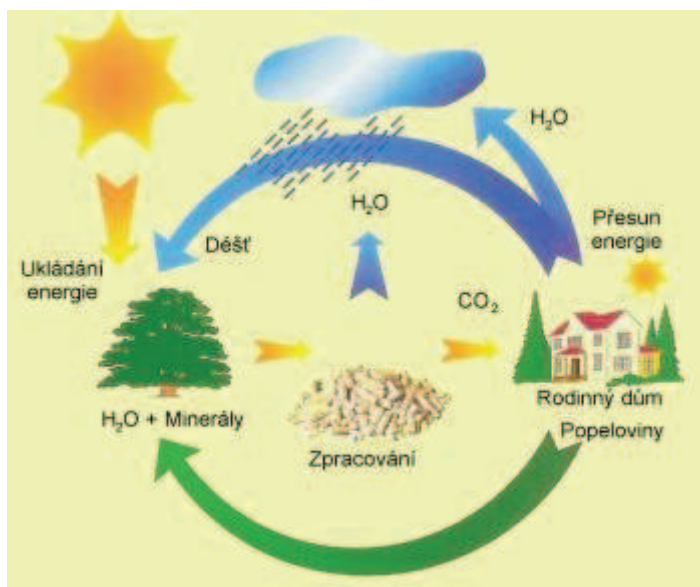
Vykurovanie biomasou predstavuje moderný trend ekologického vykurovania. Biomasu tvorí fytomasa z poľnohospodárstva a dendromasa z lesníctva. V súčasnosti biomasu netvorí len odpadové produkty, ale aj zámerné pestované energetické plodiny. Biomasa sa z hľadiska produkcie skleníkových plynov považuje za neutrálne palivo, avšak pri jej spracovaní a výrobe dochádza k produkcii emisií. Vykurovanie biomasou vyžaduje väčšie množstvo paliva v porovnaní s uhlím alebo drevom. Kotle na biomasu, respektíve pelety, majú svoj zásobník a podávač pre automatizovanú prevádzku. Zásobník na pelety je nutné dopĺňať spravidla 1x za týždeň v závislosti od klimatických podmienok. Produkcia popola je veľmi nízka, niektorí výrobcovia kotlov udávajú výsyp popola 1x za mesiac pri použití správneho paliva. Výhodou automatizovaných kotlov je samo zapálenie v prípade potreby. Biomasu je možné v tzv suchom procese splyňovať a spaľovať. [6], [7]



Obrázek 1.12: 12 Zavyslosť výhrevnosti na vlhkosti biomasy

Tabulka 1.1: *Energický potenciál biomasy v ČR*

Druh paliva	Zdroj	Produkcia
		t/rok
drevo, kôra	odpad z lesnej ťažby a drevospracujúceho priemyslu	2 600 000
slama obilnín	25 % celkovej žatvy slamy pri výnose 4 t/ha	1 600 000
slama olejní	do 100 % celkovej žatvy pri výnose 4 t/ha	1 000 000
tráva, tŕstie	20 % trvalých porastov pri výnose min 2 t/ha	800 000
drevený šrot, spáliteľný komunálny odpad, obaly	odpadové drevo a obaly	600 000
poľné drevo a energetické obilniny	účelovo pestované na pôde vyčlenenej z výroby potravín	4 000 000
celkom 2010-2020		10 600 000



Obrázek 1.13: 13 cyklus biomasy [8]

1.3.3 Peletový kotel:

Spája výhody kotla na pevné palivo a komfort obsluhy. Veľmi dobrá regulovateľnosť výkonu v rozsahu 10 – 100 %. Takmer plne automatizovaná prevádzka, s nutnosťou dopĺňovania peliet do zásobníka približne raz do mesiaca. Plne automatické podkurovanie. Ku kotlu je nutné uskladňovať väčšie množstvo peliet. Vyrábajú sa aj kotly umožňujúce splynovanie peliet. [27]

1.3.4 Prehorievaci kotel na kusové palivo

Veľmi nízke náklady na vykurovanie, možnosť spaľovania viacerých druhov paliva napr. drevo, koks, uhlie, brikety, pelety. Dlhá životnosť, účinnosť až 89 % pri použití suchého a vhodného paliva. Kotel vyžaduje pripojenie sa na komín a vhodne umiestnenie napríklad v kotolni kvôli nižšej čistoty prevádzky. Slabá regulovateľnosť výkonu. Nutnosť fyzickej obsluhy. [27]

1.3.5 Interiérový kotel na drevo

Vhodné na vykurovanie v menších stavbách. Dizajnový doplnok do interiéru. Možnosť napojiť na centrálné vykurovanie, s možnosťou ohrevu TUV. Vyžaduje pripojenie na komín. Umožňuje prikladanie z dvoch strán, vďaka čomu nedochádza k znečisťovaniu interiéru. Účinnosť 87 %, pričom zvyšných 7 – 12 % vyžaruje sálaním priamo do priestoru. Fyzicky náročnejšia obsluha. Nízke náklady na prevádzku. [27]

1.3.6 Vstavaná pec a kachle

Esteticky prvok v miestnosti, veľmi hospodárna prevádzka. Ma veľkú akumuláciu schopnosť, kvôli ktorej nie je schopná okamžitého rozkúrenia a nie je vhodná pre víkendové chaty, ale zároveň vďaka akumulácii má veľmi dlhú výhrevnosť aj po zhasnutí. Ide o lokálny zdroj tepla, ktorý zaberie pomerne dosť miesta, a vyznačuje sa vyššími investičnými nákladmi. Kvôli umiestneniu dvierok do interiéru dochádza k znečisťovaniu interiéru. Pec vyžaduje pripojenie na komín a nutnosť skladovať väčšie množstvo paliva. [27]

1.3.7 Teplovzdušný kozub

Vhodný ako doplnkový zdroj tepla. Umožňuje rýchle zakúrenie a vykúrenie priestoru. Niektoré kozubové vložky je možné pripojiť na menší okruh radiátorov. Prevádzka produkuje znečistenie interiéru z dôvodu údržby a obsluhy. Malá regulovateľnosť výkonu. Kozub vyžaduje pripojenie na komín. Výhodou kozubu je estetický a príjemný pôžitok vďaka sálavému teplu a optický pôžitok z plameňa. [27]

1.3.8 Automatické kotle na uhlie

Pomocou slimakového podávača sa posúva uhlie zo zásobníka do retortového horáku, kde sa spaľuje. Horenie je podporované tlačným ventilátorom, ktorý je spolu so slimakovým podávačom riadený riadiacou jednotkou. Ako palivo je možné použiť čierne, hnedé uhlie, pelety alebo ekohrášok, pre každé palivo ma kotol iný výkon. Kotly s automatickým podávačom spĺňajú zvyčajne v súčasnosti 5 a 6 emisnú triedu. Niektoré kotly je možné vybaviť dodatočne roštom, čo umožní prikladať ručne kusové palivo. Výkon kotla je možné regulovať v rozsahu 30 – 100 % jeho výkonu. Účinnosť automatických kotlov dosahuje 80 - 92 %. Výstupná teplota vody sa pohybuje v rozsahu 40 – 90 °C. Nutnosť dopĺňania zásobníku závisí od aktuálnych klimatických podmienok, spravidla 1x za 7 dní. [27]

Tabulka 1.2: *Výhrevnosť palív [22]*

Druh paliva	Výhrevnosť (MJ/kg)
biomasa	8 - 15
drevo	8 - 17
hnedé uhlie	11 - 18
lieh (96 %)	25,2
čierne uhlie	20,9 - 30,4
koks	30,7
benzén	40,4
nafta	41,9
petrolej	43,1
benzín	43,5
oktán	44,3

Podrobný zoznam výhrevnosti je v *prílohe L1*

1.3.9 Bioetanol

Bioetanol je produkt kvasenia biomasy, vyrába sa z rastlín obsahujúcich škroby a sacharidy ako napríklad obilie, kukurica, zemiaky, cukrová repa. Pre vykurovacie účely sa používa 96 % bioalkohol, ktorý je upravený a denaturovaný, aby horel čistým plameňom. Používa sa ako palivo v malých krboch, ktoré sú upravené na spaľovanie tohto alkoholu. Je primárne určený ako doplnkový a hlavne dizajnový prvok, výkon 1 - 4 kW. Pre svoju prevádzku nepotrebuje komín, ale je nutné, aby bol priestor dostatočne vetraný. Produktom spaľovania je teplo, vodná para a oxid uhličitý, nevzniká žiaden popol ani odpad. [28], [29]

1.4 Plyn

Vykurovanie plynom predstavuje jednoduchý a dobre regulovateľný zdroj tepla. Najpoužívanejší je zemný plyn, ktorý ale vyžaduje plynovú prípojku a plynoinštaláciu. Propán bután sa využíva predovšetkým pri nedostupnosti plynovej prípojky, kúrenie propán butánom je drahšie ako zemným plynom, a jeho skladovanie vyžaduje náročnejšie podmienky. Ďalšou možnosťou je bioplyn, ten sa využíva zriedkavo a to prevažne pre poľnohospodárske podniky.

Konvenčný plynový kotol dosahuje účinnosť 80 %, teplota vody v kotli by nemala klesnúť pod 60 °C. Tieto kotle sú pomerne lacné, ale zastaralé.

Plynový kondenzačný kotol okrem tepla vznikajúceho spaľovaním využíva aj kondenzačné teplo spalín vznikajúcich pri horení plynu. V porovnaní z konvenčným kotlom predstavuje úsporu na vykurovaní o 10 %. Teplota spalín je 40 - 90 °C a kotol navyše potrebuje odvod kondenzátu.

Nízkoteplotný kotol môže pracovať s chladnejšou vrátnou vodou 35 °C to umožňuje bezproblémovú a priamu prevádzku s podlahovým kúrením. Kotol ale musí byť vyrobený z materiálov odolných voči korózii, to je najčastejšie liatina, kvôli ktorej má vysokú hmotnosť a zvyčajne býva stacionárny. Účinnosť dosahuje 92 %. [12], [27]

1.4.1 Odvod spalín

U všetkých zdrojov tepla, kde dochádza k spaľovaniu látok, je potrebné zabezpečiť odvod splín a prívod vzduchu. Prívod spaľovacieho vzduchu musí byť spoľahlivý, bezpečný a bezporuchový.

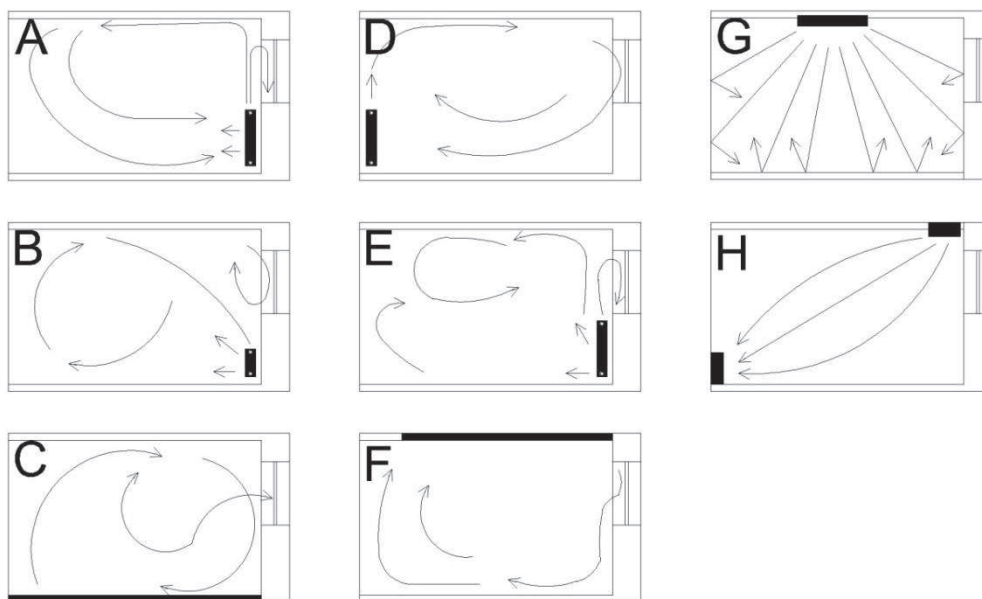
Komín je tradičné riešenie pre odvod spalín. Spaliny sa odsávajú z kotla a spaľovací vzduch sa odoberá do miestnosti s dostatočným vetraním.

Turbo je systém odvodu spalín a prívodu vzduchu do kotla za pomoci ventilátora a zdvojeného potrubia mimo objekt.

Poloturbo je systém ktorý odsáva spaliny z kotla potrubím mimo objekt, spaľovací vzduch sa odoberá z miestnosti. [12]

1.5 Tepelná pohoda

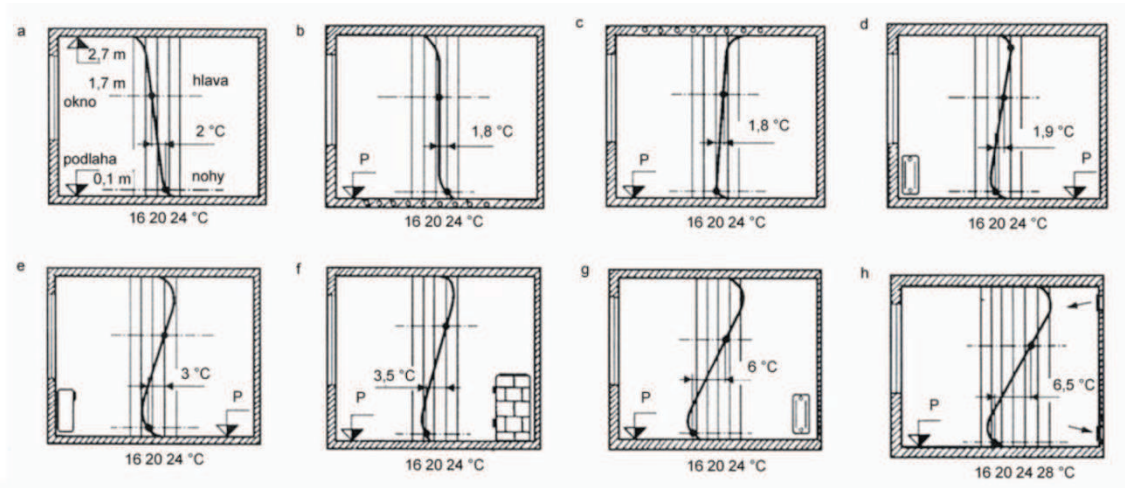
Pri výbere vykurovacieho systému musíme zohľadniť šírenie tepla prúdenie vzduchu v miestnosti od zdroja tepla do okolia. S výnimkou infra vykurovacích systémov, dochádza u všetkých zdrojov tepla k šíreniu do priestoru, hlavne sálaním a tým vzniká prúdenie vzduchu v miestnosti.



Obrázek 1.14: 14 šírenie tepla v miestnosti

A – radiátor pod oknom, B – nízky radiátor pod oknom, C – podlahové veľkoplošné vykurovanie, D - radiátor naproti okna, E – konvektor pod oknom, F – stropné veľkoplošné vykurovanie, G – infra stropný panel, H – teplovzdušné s nútenou cirkuláciou [5]

Pre ideálne podmienky na bývanie musíme zohľadniť tepelnú pohodu, ktorú poskytujú rôzne vykurovacie systémy.



Obrázek 1.15: 15 tepelná pohoda

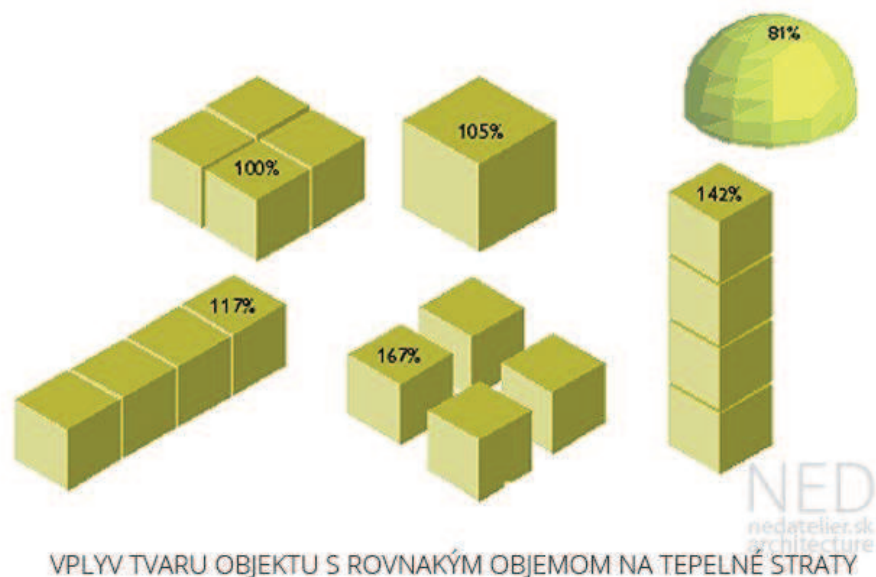
a - Ideálne vykurovanie, b - Podlahové vykurovanie, c - Stropné vykurovanie, d - Teplovodné vykurovanie, e - Konvektorové vykurovanie, f - Kachle vo vykurovanej miestnosti, g - Teplovodné vykurovanie naproti oknu, h - Teplovzdušné vykurovanie [1]

Tabulka 1.3: Výpočtová vnútorná teplota [4]

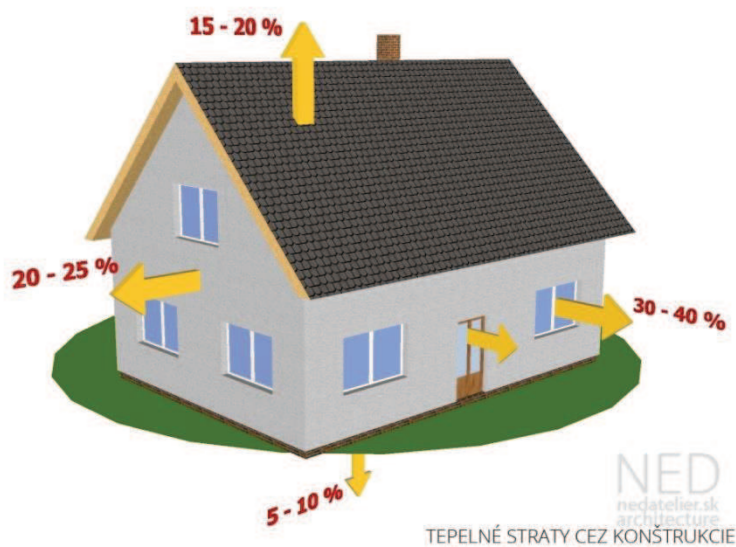
Miestnosť	vnútorná teplota
	°C
obývacie miestnosti, jedáleň, pracovňa, detská izba, kuchyňa	20
kúpeľňa	24
WC	20
vykurované vedľajšie miestnosti, predsieň, chodba	15
vykurované schodisko	10
nepoužívané miestnosti	5

1.6 Umiestnenie a tvar objektu

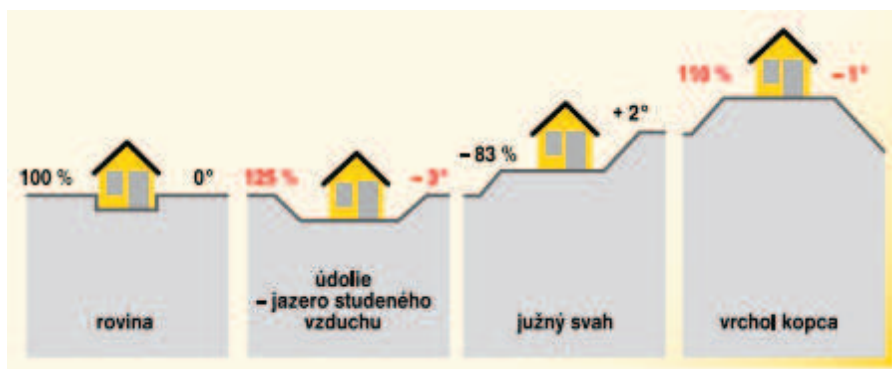
Dôležitým faktorom pri stavbe budovy je jej orientácia v teréne, umiestnenie a tvar budovy. Ak chceme maximalizovať tepelné zisky zo slnka, mali by sme ideálne stavbu postaviť na južnom svahu. Ak potrebujeme minimalizovať tepelné straty spôsobené vetrom, mali by sme stavbu umiestniť do závetria. Dôležitým faktorom je aj tvar objektu, tepelná strata závisí od povrchovej plochy. Ak porovnáme tepelné straty rôznych tvarov s rovnakým objemom, ale rôznou plochou povrchu zistíme, že ako najvhodnejší tvar sa javy pologuľa, pretože ma najmenší povrch vzhľadom na svoj objem. [41], [42]



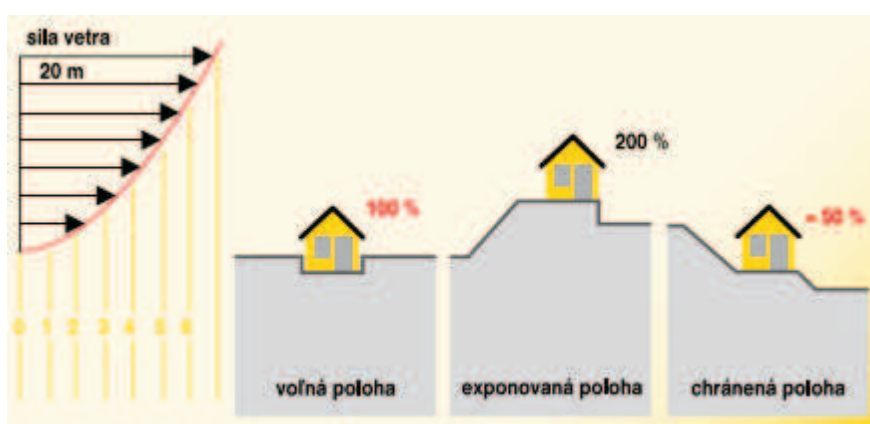
Obrázek 1.16: 16 porovnanie tepelných strát objektov z rovnakým objemom [41]



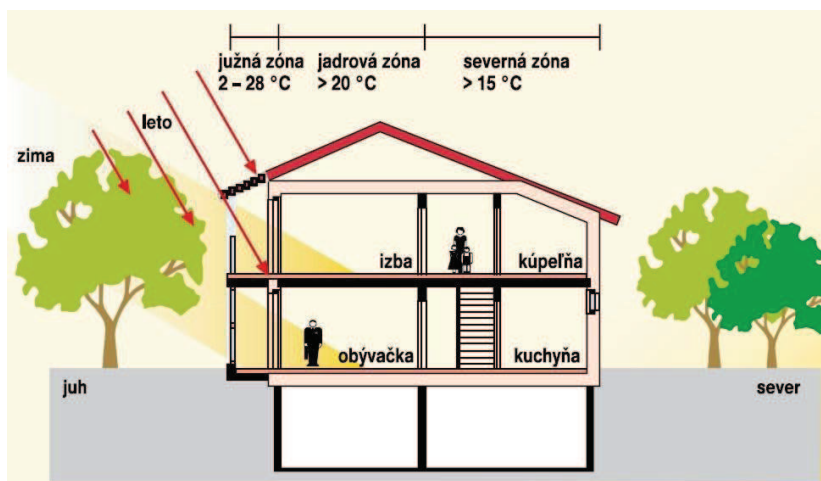
Obrázek 1.17: 17 Tepelné stráty objektu [41]



Obrázek 1.18: 18 tepelné straty domu v závislosti na umiestnení [42]



Obrázek 1.19: 19 tepelné straty domu spôsobené vetrom [42]



Obrázek 1.20: 20 pasívne využitie solárnej energie [42]

1.7 Príprava teplej úžitkovej vody

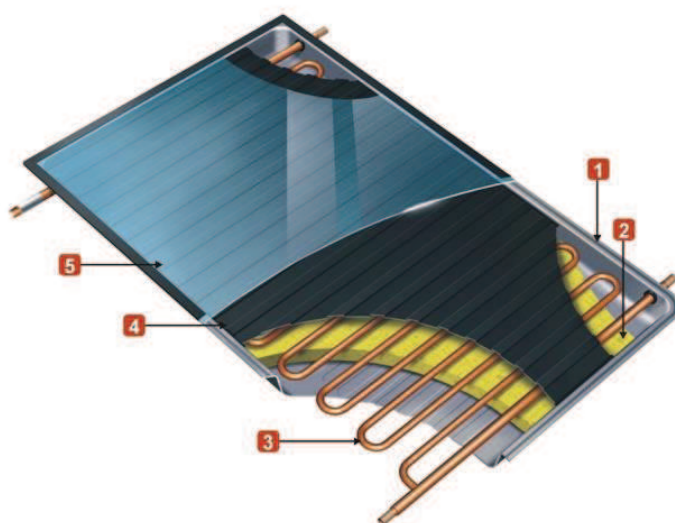
Na prípravu teplej úžitkovej vody môžeme využiť kombináciu so systémom vykurovania alebo samostatný tepelný zdroj spravidla elektricky alebo plynový.

Na prípravu teplej úžitkovej vody pomocou tepelného čerpadla je potrebná samostatná nádoba – zásobník, ale aj ďalšie prvky ako armatúry, potrubia a vhodná regulácia. To všetko vyžaduje ďalšie investičné náklady. Pri návrhu je dôležité tieto náklady vypočítať a porovnať s iným spôsobom ohrevu teplej vody. V prípade elektrického ohrevu sa nesmie zabudnúť na zvýhodnenú cenu elektriny v dôsledku dvojtarifného merania. Niektorí výrobcovia vyrábajú tepelne čerpadlá s integrovaným systémom ohrevu teplej vody. U novostavieb, kde nie je iný spôsob vykurovania je príprava pomocou tepelného čerpadla zpravidla výhodná. V prípade kde sa nevyužíva príprava teplej vody pomocou čerpadla, býva zvykom pred pripraviť inštaláciu na možnosť budúceho napojenia z dôvodu možnej rastúcej ceny alebo nedostatočnej funkčnosti iného vybraného zariadenia.

Aby bolo možné vypočítať navýšenie nákladov a množstvo spotrebovaného tepla je nutné poznať spotrebu vody v domácnosti, pri tomto výpočte vychádzame z množstva osôb, pričom sa počíta 40 až 60 l/deň. To odpovedá navýšeniu tepelných strát 0,2-0,3 kW. [1], [31], [32]

1.7.1 Prevádzka zo slnečnými kolektormi

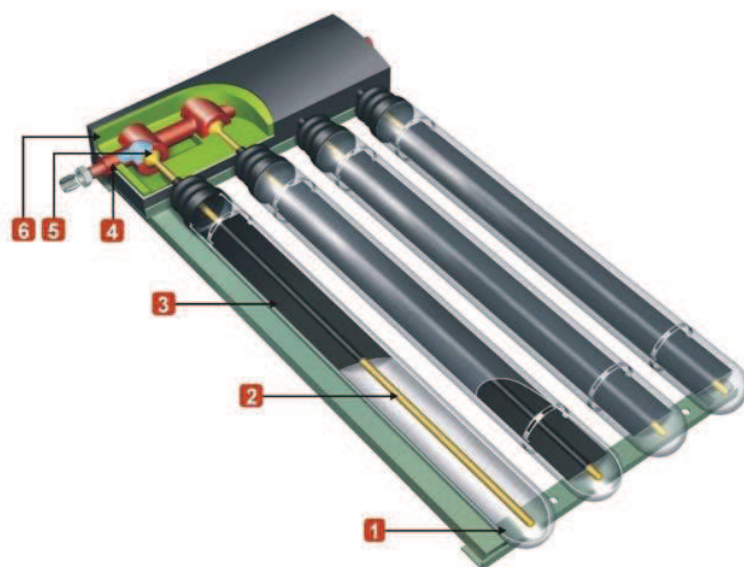
Kombinácia prevádzky tepelného vykurovacieho zdroja a solárnych kolektorov je požadovaná čím ďalej tým viac. Slnečné kolektory umožňujú akumulovať energiu zo slnka v takom množstve, ktoré stačí na ohrev teplej vody. Súčasné technológie umožňujú celoročnú prevádzku kolektorov, náplň kolektoru tvorí nemrznúca zmes. Avšak je nutné, aby bol v zásobníku teplej vody zabudovaný výmenník, ktorý bude odoberať teplo z nemrznúcej zmesi, teda kolektoru a predávať ho teplej úžitkovej vode. V zimnom období je vďaka tomu možný ohrev vody pomocou kolektorov, avšak je vhodné ho doplniť o ďalší zdroj. V lete môže nastať opačný problém, a to prehriatie teplej vody na maximálnu úroveň teda 85 °C, kedy už kolektory nemajú kam odovzdávať teplo. To sa dá vyriešiť inštaláciou akumulácie nádrže. Účinnosť kolektorov klesá s rastúcou teplotou vody, preto je vhodné ohrievať väčšie množstvo tepla na menšiu teplotu. [1]



1 plášť kolektora konštruovaný väčšinou v podobe hliníkovej vane; 2 tepelná izolácia z minerálnej vlny; 3 zberné medené potrubie teplotnosnej kvapaliny; 4 absorbér vyrobený z medeného alebo hliníkového plechu so solárnym lakom alebo selektívnou povrchovou vrstvou; 5 sklenený kryt znižuje straty tepla a zároveň umožňuje prestup slnečného žiarenia

Obrázek 1.21: 21 Plochý solárny kolektor

(1 - plášť kolektora konštruovaný väčšinou v podobe hliníkovej vane, 2 - tepelná izolácia z minerálnej vlny, 3 - zberné medené potrubie teplotnosnej kvapaliny, 4 - absorbér vyrobený z medeného alebo hliníkového plechu so solárnym lakom alebo selektívnou povrchovou vrstvou, 5 - sklenený kryt znižuje straty tepla a zároveň umožňuje prestup slnečného žiarenia)



1 sklenená trubica s vákuom; 2 tepelná trubica „Heat Pipe“; 3 absorbér; 4 výmenník tepla (kondenzátor); 5 zberná medená rúrka teplotnosnej kvapaliny; 6 tepelná izolácia

Obrázek 1.22: 22 Trubicový solárny kolektor

1 - sklenená trubica z podtlakom, 2 - tepelná trubica "Heat Pipe", 3 - absorbér, 4 - výmenník tepla (kondenzátor), 5 - zberná medená rúrka teplonosnej kvapaliny, 6 - tepelná izolácia

1.7.2 Udržiavanie TUV

Aby sme docielili teplej vody vytekajúcej z kohútika máme niekoľko možností, môžeme použiť prietokový ohrievač v mieste spotreby. V prípade centrálneho ohrevu TUV vzdialeného od kohútiku môžeme buď vypúšťať vodu zo studeného potrubia, kým nepotečie teplá, ale táto varianta zvyšuje množstvo spotrebovanej vody. Často používaný systém je použitie prídavného potrubia, cez ktoré nám cirkuluje voda pomocou obehového čerpadla späť do bojleru. Ďalším spôsobom je použitie samoregulačného vykurovacieho kabeľu na potrubie. Tento spôsob dokáže zabezpečiť udržiavanie potrubia na teplote vody v bojleri. Výhodou je, že pre rôzne potrubia môžeme nastaviť na rôznu udržiavaciu teplotu. V nočných hodinách dochádza k útlmu teploty. Je možné ním vybaviť aj plastové potrubia, ale musia sa obaliť hliníkovou páskou. [19]

1.7.3 Akumulácia tepelnej energie

K uskladňovaniu tepla sa využíva predovšetkým vodných nádrží, ktoré majú využitie hlavne u nízko teplotných systémov ako tepelne čerpadla alebo solárne kolektory. U tepelných čerpadiel je využitie akumulácie prevažne na preklopenie doby kedy je TČ spravidla vypnuté, teda v rámci vysokého tarifu za elektrinu. Akumulácia je tiež využívaná pri preklopení doby nízkej vonkajšej teploty, kedy máme väčšiu spotrebu tepla na vykurovanie. K tomu nám pomáha naakumulovaná tepelná energia v nádrži. Tým znižujeme dobu plnej záťaže vykurovacieho zdroja a zvyšujeme jeho životnosť. V prípade solárnych kolektorov je akumulácia nutná z dôvodu nestálych tepelných ziskov, kvôli zmenám počasia a dennej doby. Tieto spôsoby akumulácie sú krátkodobé, je možné akumulovať aj dlhodobo a to hlavne počas letných mesiacov s následným využitím vo vykurovacej sezóne. [1]

1.8 Vykurovanie vonkajších plôch

1.8.1 Vykurovanie chodníkov

Ochrana vozoviek, chodníkov, schodísk proti snehu a ľadu. Vykurovacie samoregulačné kabeľy sa umiestňujú do betónu pri jeho pokládke, alebo do stávajúceho povrchu sa vyfrézujú drážky, do ktorých sa umiestnia kabeľy a následne prestierajú. Odporúčaný výkon 300 W/m^2 pri pokládke káblov 0,3 m od seba. Kabeľy disponujú riadiacim systémom s možnosťou nastavenia prevencie proti mrznúcemu dažďu. Systém je možné ovládať aj pomocou mobilného telefónu.

1.8.2 Ochrana odkvapov pred namŕzaním

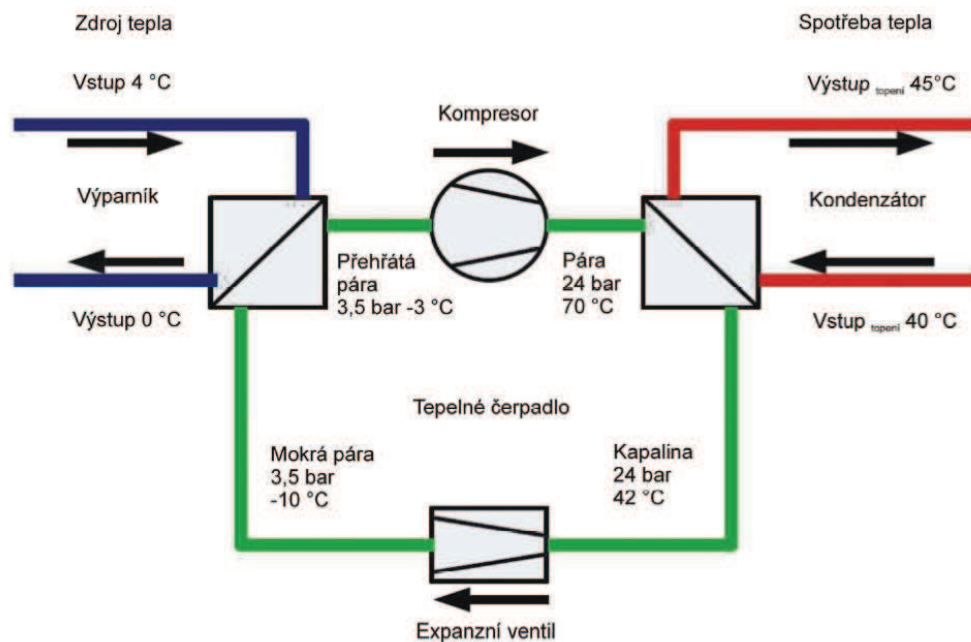
Nahromadenie snehu a ľadu môže poškodiť strechy a odkvapy. Cencúle môžu spôsobiť ujmu na zdraví či majetkové škody. Proti namŕzaniu slúžia vykurovacie kable, ktoré sa inštalujú do odkvapov alebo na strechy. Kable sú odolne proti UV žiareniu a prachu. Ovládanie káblov zabezpečuje riadiaca jednotka, ktorá vyhodnocuje klimatické podmienky pomocou snímača teploty a vlhkosti. Používajú sa obyčajné odporové kable, alebo kable s funkciou samoregulácie, ktoré v oblasti, kde nie je potreba rozmrazovania znížia svoj výkon. Pre bežné odkvapy a zvody s priemerom 150 mm sa používa vykurovací kábel s príkonom 30 – 40 W/m.

1.9 Hybridný systém vykurovania

Zmiešané vykurovanie je zložené z akumuláčnej a priamo výhrevnej časti. Pričom akumulčná časť vykurovania pracuje prevažne v noci, zatiaľ čo priame ohrievače pracujú pri nízkych teplotách v dennej mimo dobe, mimo vytážené hodiny. Zmiešané vykurovanie umožňuje pripojiť viacero vykurovacích zariadení k elektrickej sieti, pretože súdobosť odberu je menšia ako u čisto akumuláčného vykurovania. Dôležité je aj zmenšenie zariadení, a tým aj zníženie počiatočnej investície. Pri kombinácii s ústredným akumulčným kúrením sa akumulčný zdroj dimenzuje na 60 % čisto akumuláčného kúrenia. Príkon priamo výhrevného zariadenia musí byť o 10 % väčší než je tepelná strata miestností. To môžeme prirovnať asi k polovici výkonu čisto akumuláčného zdroja s 8 hodinovým nabíjacím cyklom. [10]

2 Tepelné čerpadlá, výber optimálnej varianty pre vykurovanie rodinného domu

Princíp tepelného čerpadla je "obrátенý princíp činnosti mrazničky". Výparník čerpá teplo z prostredia s relatívne nízkou teplotou a prenáša ju pomocou kompresoru do vykurovacieho systému s vyššou teplotou prostredníctvom kondenzátoru. Tento princíp je vyznačený na obr. 23 princíp funkcie tepelného čerpadla

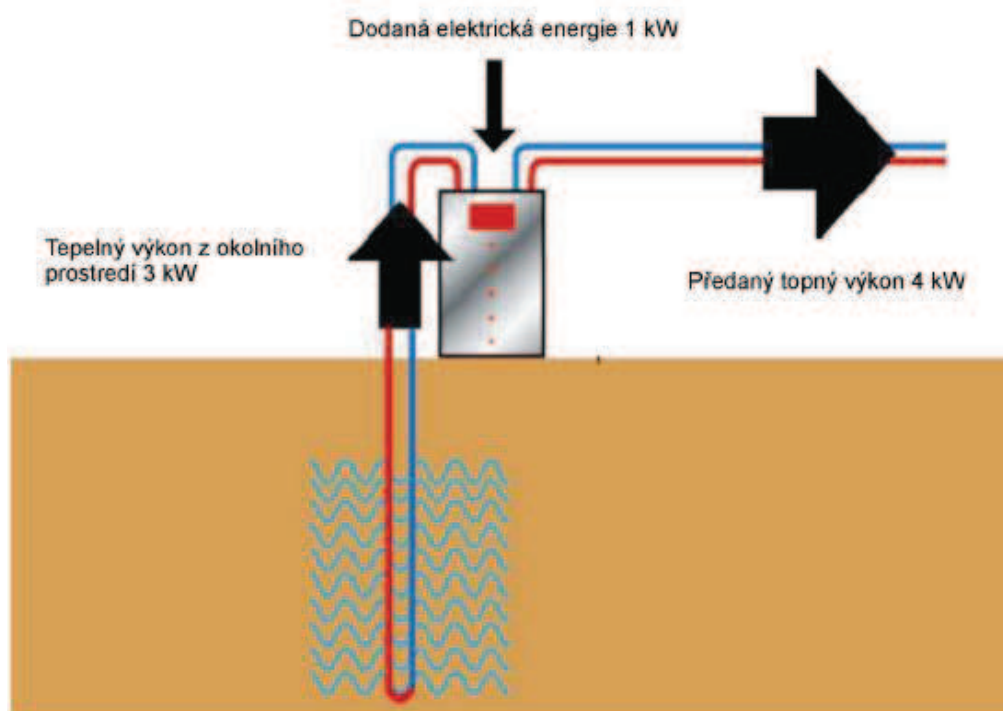


Obrázek 1.23: 23 princíp funkcie tepelného čerpadla

Teplosné médium sa vyparuje pri nízkom tlaku vo výparníku. Teplo potrebné k odpareniu sa odoberá z okolitého prostredia – vzduchu, vody alebo zeme. Vyparené médium sa nasáva do kompresoru a následne stlačuje. Stlačené ohriate pary sa vedú do kondenzátoru, kde odovzdávajú časť svojej tepelnej energie vykurovacej sústave. Skvapalnené médium sa vedie naspäť z kondenzátoru do výparníku cez expanzný ventil. Pretože je v ňom nízky tlak médium sa začne vyparovať pri nízkej teplote, kde odoberá teplo a celý cyklus sa opakuje. Do celého cyklu sa časť energie dodáva cez kompresor stlačovaním, väčšina energie je však odoberaná z prostredia s nižšou teplotou a prenášaná do vykurovacieho zariadenia. Kompresor tak slúži hlavne k transformácii teploty teplosného média pri prenose tepla.

U tepelného čerpadla sa udáva výkonové číslo. Toto číslo nám ukazuje pomer získanej tepelnej energie P_p oproti vložennej elektrickej energii P_d .

$$\epsilon = \frac{P_p}{P_d} \quad (-) \quad (2.1)$$



Obrázek 1.24: 24 princíp vykurovacieho faktoru tepelného čerpadla

Výkonové číslo sa pohybuje v rozmedzí 1 - 6. Pričom výkonové číslo závisí od účinnosti kompresoru s motorom, na teplotnom médiu a hlavne na rozdieli teplôt vo výparníku a kondenzátore. Čím väčší je rozdiel týchto teplôt tým je menšia účinnosť. V praxi nie je vhodná teplota výparníku menšia ako $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ inak hrozí námraza, ktorá zhoršuje prenos tepla. Teplota v kondenzátore sa pohybuje najviac okolo $60 - 75\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Tepelné čerpadlo ochladzuje okolie výparníku a kvôli tomu je nutné umožniť prístup nového tepla k výparníku. Najvhodnejšie je umiestniť výparník k tečúcej vode, vďaka ktorej dosahuje najmenších rozmerov. Výparník umiestnený v zemi vyžaduje plochu približne o veľkosti vykurovanej plochy. Z kondenzátoru tepelného čerpadla sa úžitkové teplo odoberá zvyčajne vodou, väčšina súčasných tepelných čerpadiel má maximálnu výstupnú teplotu $65\text{ }^{\circ}\text{C}$, avšak čím je väčšia výstupná teplota, tým menší je vykurovací faktor. Rozvádza sa do veľkoplošných radiátorov vo vyhrievaných miestnostiach [1], [3], [13]

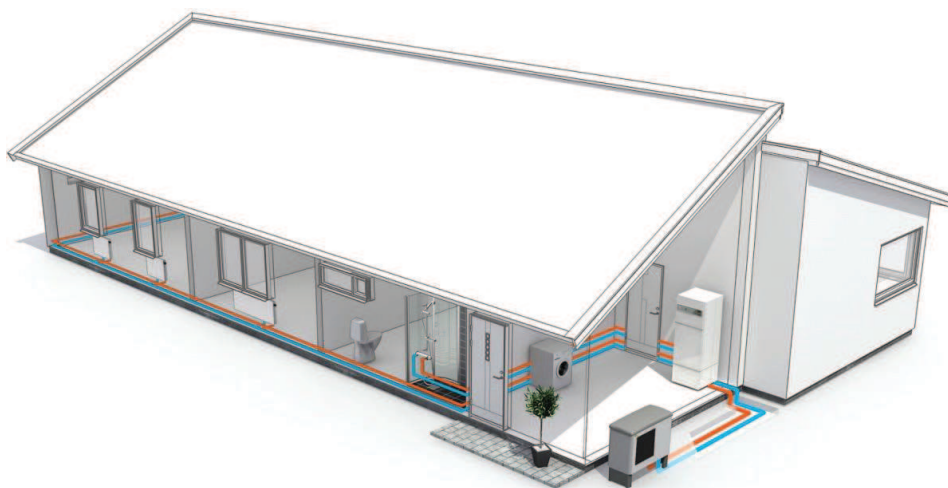
2.1 Rozdelenie tepelných čerpadiel

Tepelné čerpadlo je pomenované podľa systému získavania a odovzdávania tepelnej energie. Prvé slovo udáva prírodný zdroj tepla, z ktorého odoberáme tepelnú energiu. Druhé slovo určuje prenosné médium.

2.1.1 Vzduch – voda

Tepelné čerpadla vzduch – voda patria medzi relatívne lacný typ z hľadiska inštalácie, pretože si nevyžadujú nákladné zemné práce. Avšak ich nevýhodou je veľká závislosť od teploty okolitého vzduchu v priebehu roku, čo má za následok výrazné vyššie náklady na prevádzku v zimných, respektíve chladných dňoch. To sa dá čiastočne vyriešiť inštaláciou iného vykurovacieho zdroja používaného v nepriaznivých dňoch.

Odpadný vzduch je vzduch odvádzaný vetracím systémom objektu, tento vzduch má relatívne vysokú teplotu, a preto je v ňom akumulované veľké množstvo energie. Energie spotrebovaná na pokrytie tepla potrebného na ohrev vetracieho vzduchu tvorí tretinu až polovicu celkovej spotreby tepla na vykurovanie. Množstvo tepla na vetranie je obmedzené, a preto ho treba doplniť o teplo z iného zdroja.



Obrázek 1.25: 25 Tepelné čerpadlo typu vzduch – voda [1]

2.1.2 Vzduch – vzduch

Vzduch je médium, ktoré čerpá teplo z vonkajšieho okolia a potom tepelný výkon odovzdáva vzduchu vo vnútri objektu. Tento typ tepelných čerpadiel sa využíva iba zriedka, nachádza uplatnenie v menších objektoch napr. na chatách. Využíva sa aj ako rekuperačný systém, avšak ten je už zložitejší. Výhodou tohto systému je možnosť využitia ako klimatizácie v letných mesiacoch. [1]

2.1.3 Zem – voda

Tepelné čerpadlá typu zem – voda získavajú tepelnú energiu zo zemskej pôdy a vykurovacím jednotkám – radiátorom je predávaná pomocou sekundárneho okruhu s vodou. Toto tepelné čerpadlo dokáže pracovať stabilne počas celého roku a pri správnom návrhu je

schopné dodávať energiu aj pri nízkych teplotách vonkajšieho prostredia. Nevýhodou tepelného čerpadla zem – voda sú pomerne náročné zemné práce, ktoré sa postarajú o vysoké investičné náklady. Podľa vyhotovenia je možné tieto tepelné čerpadlá rozdeliť na čerpadla s geotermálnym vrtom a čerpadlá s plošným kolektorom. [1]

2.1.3.1 Sol'anka

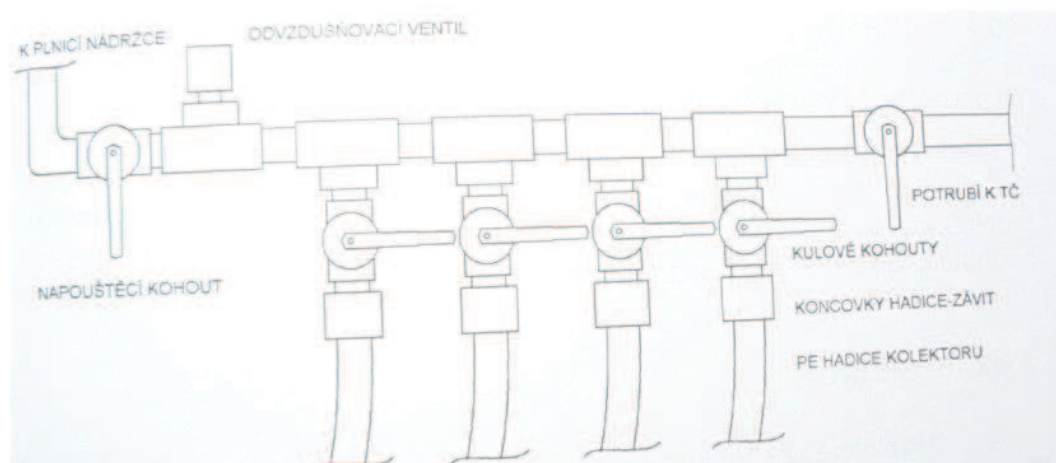
Na prenos tepla pomocou kolektorov všetkých prevedení sa používajú uzavreté primárne okruhy, plnené nemrznúcou zmesou, ktorej sa hovorí, bez ohľadu na jej zloženie, všeobecne sol'anka. Malo by ísť o nejedovatú ekologicky neškodnú látku, ale tiež nie príliš drahú. Je potrebné si uvedomiť, že objem tejto zmesi v primárnom okruhu je (250-400) litrov. Na účely TČ sa obvykle používajú nasledovné druhy zmesí:

Polyetylén glykol a voda: zmes v zložení 30 % polyetylén glykole a 70 % vody (objem) má výhodné vlastnosti až do teploty -15 ° C. Nevýhodou je vyššia viskozita než pri vode a asi o 11% nižšia tepelná kapacita. Hydraulický odpor v potrubí je asi o 11% vyšší ako u čistej vody. Roztok je ale jedovatý, a preto dávame prednosť netoxickými látkami, napríklad polypropylén glykolu, ktorý má podobné vlastnosti.

Alkohol a voda: používa sa zmes 25 % etanolu (etylalkoholu) a 75 % vody (objem). Metanol sa pre svoju jedovatosť nepoužíva. Aj v tomto prípade sa zvýši viskozita a poklesne tepelná kapacita. Viskozita rastie s klesajúcou teplotou. Ďalej je nutné si uvedomiť, že pri zmiešaní etylalkoholu a vody bude vplyvom chemických väzieb výsledný objem menší ako súčet oboch objemov pred zmiešaním. Používa sa denaturovaný etanol. [13]

2.1.3.2 Rozdeľovač

Horizontálne a vertikálne kolektory sa skladajú zo skupiny plastových hadíc, ktoré je nutné vhodným spôsobom prepojiť tak, aby bolo možné ich jednoduché plnenie sol'ankou a odvzdušňovanie. Okruhov býva obvykle viac, konce hadíc sa musia najprv prepojiť a prispôbiť pre pripojenie k TČ. K tomu slúži rozdeľovač. Každý okruh by mal byť vybavený ventilom na vstupe aj výstupe z rozdeľovača. Presnejší názov by bol zberač a rozdeľovač. Jeden diel kvapalinu z niekoľkých vetiev kolektora zlučuje do jedného vývodu, druhý opäť rozdeľuje. Ide o vhodnú konštrukciu z pozinkovaných alebo plastových T-kusov a redukciou hadicašrobenie. Musia sa dodržiavať základné kurenárske zásady. Pre pripojenie koncov PE hadíc k potrubiu existujú aj navarovacie koncovky, ktoré majú na konci vonkajší alebo vnútorný závit. [13]



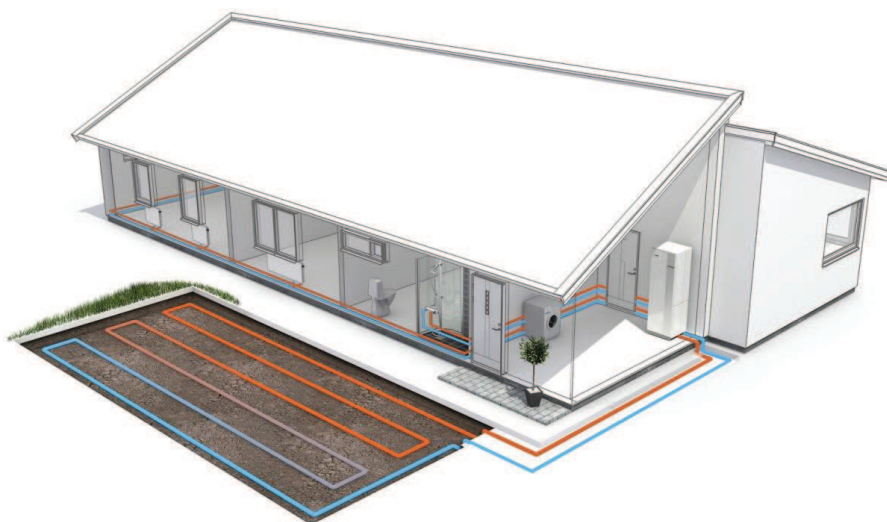
Obrázek 1.26: 26 príklad jednej vetvy rozdelovača

2.1.3.3 Plošný kolektor

Využíva naakumulovanú slnečnú energiu pod povrchom zeme. Pre uloženie primárneho okruhu je potrebné vykonať pomerne náročné a zdĺhavé výkopové práce, ale v porovnaní s geotermálnymi vrtmi sú relatívne lacné. Využívanie pozemku nad kolektorom je obmedzené, z hľadiska výsadby stromov, výkopu pre iné inžinierske siete, a záťaže na danej ploche. Oproti geotermálnemu vrtu dosahuje plošný kolektor menší vykurovací faktor a v priebehu roku teplota pôdy mierne kolíše, v závislosti od hĺbky uloženia, vlhkosti zeminy. Množstvo tepla, ktoré je zemina schopná dodať do systému závisí na druhu zeminy. Pri použití viacerých okruhových by mala byť ich dĺžka rovnaká, doporučená maximálna dĺžka slučky je 350 m z dôvodu tlakových strát v potrubí. Pri poddimenzovaní plošného kolektoru dochádza k zvrásneniu terénu, a tepelné čerpadlo pracuje z menšou účinnosťou. [1] [21]

Tabulka 1.4: Merný výkon pôdy [26]

Merný výkon pôdy v hĺbke 1,2 m	q_z pri 1800 h/rok	q_z pri 2400 h/rok
	W/m ²	W/m ²
suché nesúdržné zeminy	10-15	8-12
vlhké súdržné zeminy	15-20	12-16
veľmi vlhké súdržné zeminy	20-25	16-20
zemina obsahujúca vodu	25-30	20-24
zemina z výskytom spodnej vody	30-40	24-32



Obrázek 1.27: 27 Tepelné čerpadlo s plošným kolektorom

2.1.3.4 Uloženie zemného kolektora

Kolektor je vyrobený z polyetylénového potrubia, ktoré sa kladie do výkopov v nemrznúcej hĺbke, v našich geografických podmienkach sa odporúča hĺbka 1,2 - 1,5 m. Pri dimenzovaní je predovšetkým dôležitá plošná výmera zemného kolektora viac ako systém polohy a vzdialenosti jednotlivých slučiek. Odporúčaná ideálna dĺžka jednotlivých okruhov je pre zníženie tlakových strát 100 až 200 m. Potrubia slučky sa združujú vo vonkajšej nádrži, kde sú umiestnené rozdeľovače, zberače média s možnosťou uzavretia jednotlivých slučiek, odvzdušnenie, prípadne regulácia prietoku. Jednotlivé vedenie kolektora, alebo chrbticové vedenie od zbernej nádrže, smie krížiť ostatné vedenia, ako je kanalizácia, dažďové zvody, prípoje rad, len v prípade izolovania oboch týchto vedení. Teplota v kolektore môže ku koncu vykurovacieho obdobia klesnúť pod bod mrazu a chladom tak ovplyvniť aj funkčnosť týchto prípojok! Izolácia nesmie vstrebávať vodu (odporúča sa syntetický kaučuk). Chrániť izoláciu pred deštrukciou musí odolná chránička PVC alebo iná ochrana pred deštrukciou. Ďalší bezpečnostný parameter je vzdialenosť 1,5 m od základov budov. Ak je nutné vedenie studeného okruhu v blízkosti objektov, musí sa izolovať vid'. popis vyššie. Izolované musia byť tiež prestupy (priechodky) do objektu, kde sa zaistí tesnosť proti vode. Používané dimenzie potrubia $d = 25, 32$ a 40 mm zabezpečia pri danej rýchlosti média ideálnu prenosovú plochu, ktorá sa vzťahuje na objem v potrubí. V zásade platí, že čím horšia je kvalita (tepelná kapacita, tepelná vodivosť) podložia, do ktorého sa potrubie ukladá, tým viac potrubia sa do zeme ukladá. Vytvorí sa tak výkonnejší chladič.

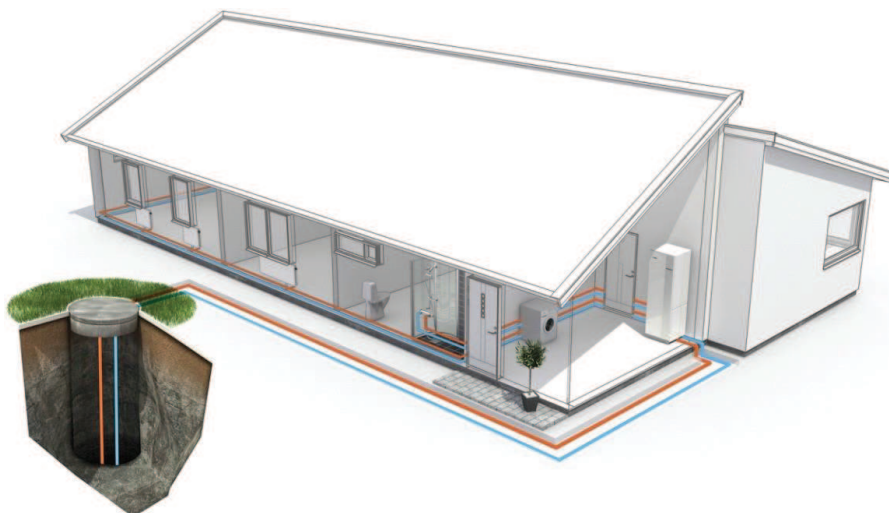


Obrázek 1.28: 28 Uloženie plošného kolektora

Na obr. 28 Uloženie plošného kolektora, môžeme vidieť príklady uloženia plošného kolektora. 1 - Slinka je vhodná na uloženie do zavodnených podlôží, kde je veľká koncentráciá vlhkosti. Nevýhodou je veľký odber tepla z relatívne malého priestoru, a tým vzniká lokálne prechladenie podlôžím. Pri poddimenzovaní môže vzniknúť výrazne zvrásnenie terénu. 2 - Špirálové uloženie potrubia rovnomerne čerpá energiu z plochy. 3 - Meandrové uloženie potrubia ideálne rozloží čerpanie energie. [40]

2.1.3.5 Geotermálny vrt

Geotermálny vrt využíva nízkopotenciálnu energiu uloženú v zemi. So zvyšujúcou sa hĺbkou stúpa teplota zemskej kôry. Hĺbka vrtu dosahuje maximálne 150 m, ak to nestačí je nutné vyvŕtať viacero vrtov pre jeden vykurovací systém. Z dôvodu dostatočne vysokej teploty sa odporúča minimálna hĺbka 50 m. V dnešnej dobe nie je realizácia hĺbkového vrtu závažný problém, ale spravidla je najnákladnejšou investičnou položkou za tepelné čerpadlo. Výhodou je, že nepotrebuje veľké nezastavané plochy ako u plošných kolektorov. Vďaka dostatočnej hĺbke nie je teplota vo vrte ovplyvnená vonkajšími klimatickými podmienkami a je možné ho využiť takmer vo všetkých oblastiach. Teplota vrtu sa pohybuje okolo 10 °C po celý rok v závislosti od hĺbky vrtu. Na 1 kW výkonu tepelného čerpadla je potreba 12-18 m hlboký vrt, čo pri 10 kW systéme tepelného čerpadla je úmerné 140 m vrtu. [1]

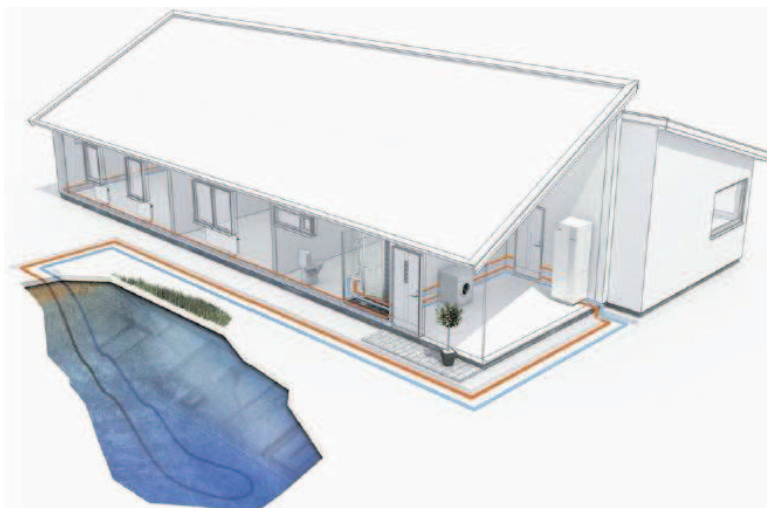


Obrázek 1.29: 29 Tepelné čerpadlo s geotermálnym vrtom

2.1.4 Voda – voda

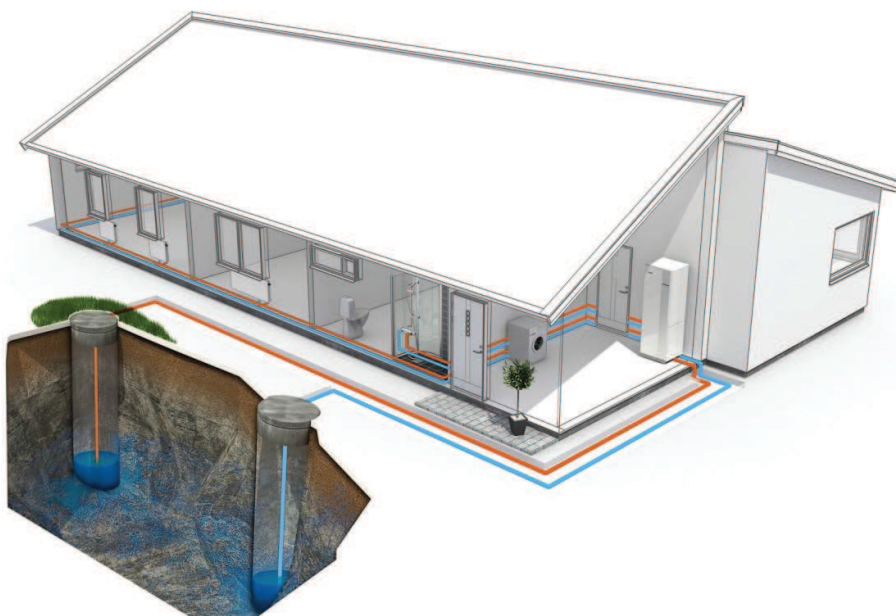
Tieto tepelné čerpadlá dosahujú najväčší vykurovací faktor, avšak ich možnosť využitia je veľmi obmedzená, kvôli nutnosti priameho prístupu k vode je možnosť inštalácie iba v niektorých lokalitách. Môžeme ich rozdeliť podľa využitej vody na povrchové a podzemné.

Tepelné čerpadlá využívajúce povrchovú vodu respektíve vodu riek a vodných nadrží. Tento typ čerpadiel sa využíva iba výnimočne. Teplota povrchovej vody v priebehu roku kolíše, a tým sa mení aj vykurovací faktor. [1]



Obrázek 1.30: 30 Tepelné čerpadlo s využitím povrchovej vody

Tepelné čerpadlá využívajúce podzemnú vodu sú najúčinnnejšie z toho dôvodu, že podzemná voda má stabilnú teplotu okolo 10 °C počas celého roku. V niektorých prípadoch je teplota vody ešte vyššia. Technické riešenie obnaša potrebu dvoch studní, jednu na vykurovaciu a druhú na vsakovaciu studňu. Vykurovacia studňa predstavuje zdroj nízkopotencialny, zatiaľ čo vsakovacia studňa slúži na odvod studenej vody späť do zeme. U vykurovacej studne je potrebná výdatnosť studne minimálne 0,5 l/s a vsakovacia studňa musí rovnaké množstvo vody pohltiť.



Obrázek 1.31: 31 Tepelné čerpadlo s využitím podzemných vod [1]

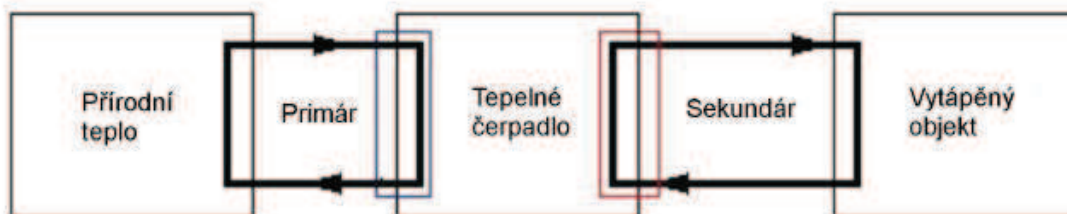
2.1.5 Energetické pilóty

Ide o tepelné čerpadlo, ktoré čerpá nízkopotenciálnu energiu zo stavebnej konštrukcie základov budov. Využíva sa predovšetkým u budov z hlbokými základmi. Jedná sa o výškové budovy alebo budovy vybudované na nevhodnom podloží, poprípade iné hĺbkové stavby. Túto technológiu je možné použiť iba u novostavby, dodatočné riešenie nie je technicky takmer možné. Pri nedostatku nízkopotenciálnej energie sa systém kombinuje z hlbinnými vrtmi.

2.1.6 Prevádzka tepelných čerpadiel

Celkové tepelné straty objektu sú iba jedným z mnohých faktorov ovplyvňujúcich výber vhodného tepelného čerpadla. Nadimenzovať tepelné čerpadlo na maximálny potrebný výkon je neekonomické. Jeho správny energetický chod má vplyv nie len na chod celého systému ale aj investičné náklady na vybudovanie a prevádzku. Podľa percentuálneho pokrytia tepelných strát objektu rozlišujeme tri prevádzkové systémy tepelných čerpadiel.

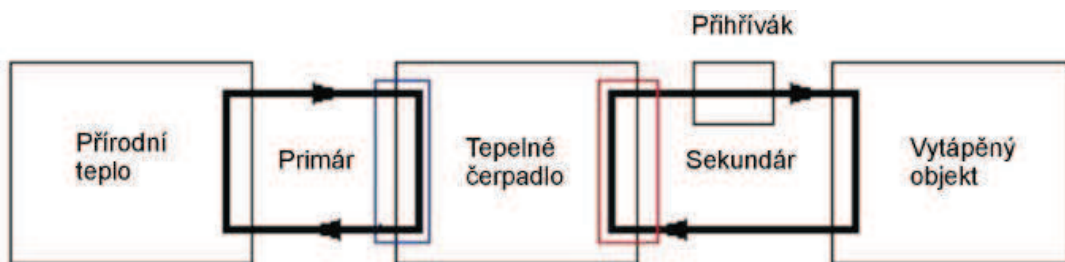
Monovalentná prevádzka, v tomto režime tepelné čerpadlo dodáva dostatok tepelnej energie do objektu aj za najnepriaznivejších podmienok, teda počas najnižších vonkajších teplôt. Tepelné čerpadlo je teda navrhnuté, aby pokrylo 100 % tepelných strát objektu. Z ekonomických dôvodov sa tento typ využíva iba pri tepelných čerpadlách zem/voda a voda/voda. Prevádzka je významná hlavne u budov s dobrou tepelnou izoláciou, respektíve s minimálnymi tepelnými stratami.



Obrázek 1.32: 32 Schéma tepelného čerpadla v monovalentnej prevádzke

Na Obr. 32 Schéma tepelného čerpadla v monovalentnej prevádzke môžeme vidieť principiálnu schému monovalentnej prevádzky tepelného čerpadla, ktoré je tvorené tromi blokmi prepojenými primárnym a sekundárnym okruhom. Prírodné teplo sa prečerpáva pomocou princípu tepelného čerpadla do vykurovaného objektu bez prídavného zdroja tepla.

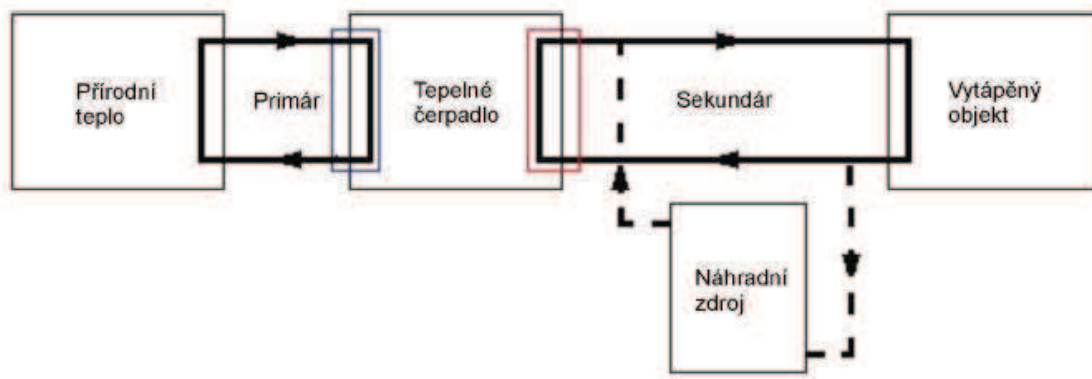
Monoenergetická prevádzka, predstavuje najvhodnejšiu kombináciu investičných nákladov a prevádzkových výdavkov. Tepelné čerpadlo sa nadimenzuje na menší výkon ako v prípade monovalentnej prevádzky. To nám zabezpečí dodávku tepla počas väčšiny roka, v obdobiach s najnižšími vonkajšími teplotami, kde by nestačilo teplo dodávané tepelným čerpadlom a sa aktivuje prihrievak ktorý dodá potrebné teplo do systému. Princíp monoenergetickej prevádzky je na Obr. 33 Schéma tepelného čerpadla v monoenergetickej prevádzke s ohrievačom



Obrázek 1.33: 33 Schéma tepelného čerpadla v monoenergetickej prevádzke s ohrievačom

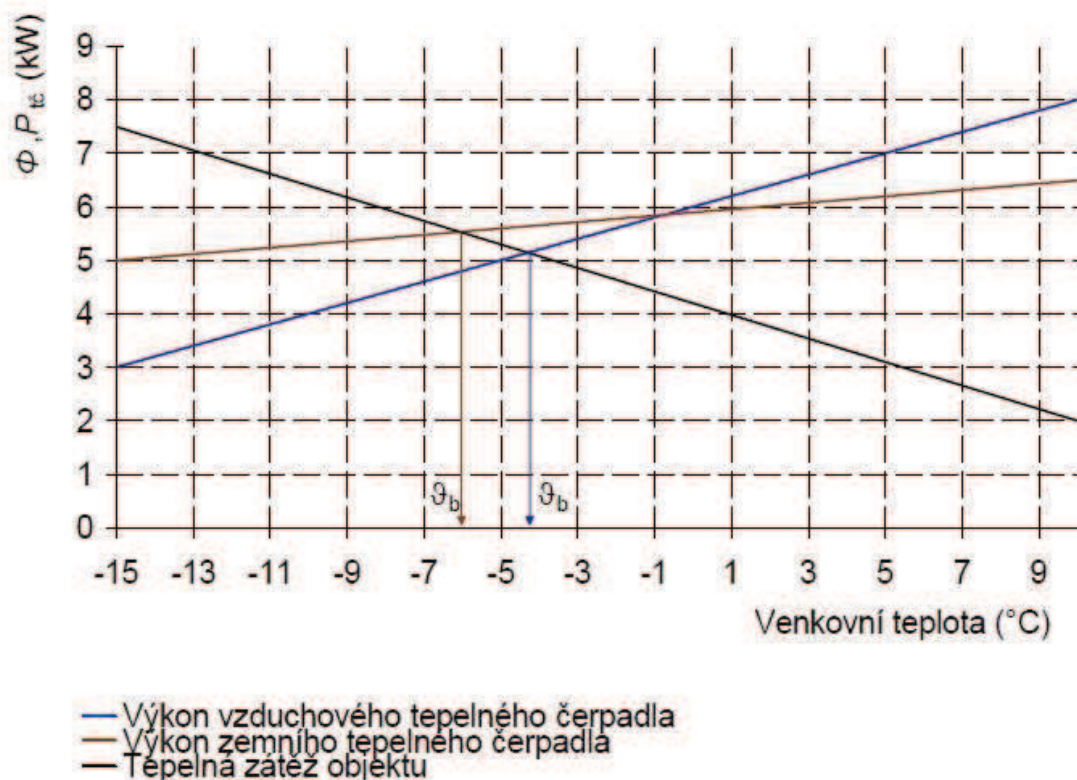
Bivalentná prevádzka je podobná monoenergetickej, avšak rozdiel je v tom, že kombinuje dva nezávislé zdroje tepla. Tepelné čerpadlo sa dimenzuje na menší výkon a

výkonové špičky pokrýva iný zdroj tepla, spravidla tuhé palivo. Pri poklese teploty pod bivalentný bod dôjde k deaktivácii tepelného čerpadla a všetko potrebné teplo musí dodávať druhý zdroj. Táto kombinácia je investične náročná, ale dokáže zabezpečiť teplo aj pri výpadku elektrickej energie.



Obrázek 1.34: 34 Schéma tepelného čerpadla v bivalentnej prevádzke

Bod bivalencie udáva teplotné rozhranie, do ktorého je ekonomické a technicky možné využívať tepelné čerpadlo. Pri nižších teplotách ako je bivalentný bod sa uplatňuje monoenergetická alebo bivalentná prevádzka. Príklad bodu bivalencie je na obr. 35 Určenie bodu bivalencie [1]



Obrázek 1.35: 35 Určenie bodu bivalencie [1]

2.2 Výber optimálnej varianty pre vykurovanie zvoleného rodinného domu

Pre každý vykurovaný objekt je výber optimálnej varianty rozdielny, z dôvodu technickej realizovateľnosti a ekonomických nákladov.

2.2.1 Podklady pre výber tepelného čerpadla

Rekonštruovaný rodinný dom v obci Klokočov, pôdorys rodinného domu je v *prílohe A01, A02, A03, A04*, s tepelnou stratou a rozkurovacím výkonom v súčte 7,5 kW s navrhovaným podlahovým vykurovaním, s potrebnou teplotou zdroja 45 °C. Výpočet bol prevedený u programe TechCON rehau, podrobné výsledky sú uvedené v *prílohe B01*. Dom obývajú 3 osoby. Tepelné čerpadlo bude slúžiť na vykurovanie a ohrev teplej úžitkovej vody. Na prípravu teplej úžitkovej vody je potreba 0,25 kW na osobu, teda 0,75kW.

Výpočtová vonkajšia teplota -15 °C, bivalenčná teplota. Celkový potrebný výkon tepelného zdroja bude 8,25 kW.

Tabuľka 1.5: *Tepelná strata rodinného domu*

č.m.	Účel	$\theta_{int,i}$	A_i	V_i	$V_{inf,i}$	$\Phi_{V,i}$	$\Phi_{T,i}$	Φ_{RHi}	Φ_{LHi}
	miestnosť	°C	m ²	m ³	m ³ /h	W	W	W	W
-1.1	Sklep	43253	71.60	164.69	0.0	492	-492	0	0
.podkrovie	podkrovie	-3.7	72.36	91.62	36.6	177	-177	0	0
1.1	Obývací pokoj a kuchyňa	20.0	43278	62.24	37.3	444	893	244	1581
1.2	Spálňa	20.0	22981	43188	43207	207	353	114	674
1.3	WC	20.0	43438	18142	43315	56	12	54	122
1.4	Kupelňa	24.0	43197	16.19	43226	107	769	63	940
1.5	Chodba	20.0	15554	19.37	0.0	115	549	51	715
1.6	Peedsieň	15.0	45352	16619	3.0	38	218	42	298
1.7	Schodišče do 2NP	20.0	27120	33147	0.0	65	369	43	477
1.8	Schodišče do pivnice	10.0	0.88	43133	0.0	9	-161	0	-152
2.1	Pokoj	20.0	16011	26.28	43230	156	258	103	517
2.2	Pokoj	20.0	43388	34.74	43356	207	373	136	716
2.3	Pokoj	20.0	19.99	45.98	43208	274	382	180	836
2.4	Chodba	20.0	22.63	52.05	43332	310	380	204	893
	Spolu:		281.23	572.02		2549	3726	1232	7506

$\Phi_{T,i}$ tepelná strata prestupom tepla do vykurovaného priestoru

$\Phi_{V,i}$ tepelná strata vetraním vykurovaného priestoru

Φ_{RHi} potrebný tepelný príkon na rozkúrenie

Φ_{HLi} celkový potrebný tepelný príkon

Pre výber optimálnej varianty tepelného čerpadla je nutné brať do úvahy niekoľko faktorov. Doporučený výber optimálnej varianty urobíme pomocou multikriteriálnej analýzy, metódou WSA.

2.2.2 Výber tepelného čerpadla pomocou MCA

Ako hlavný zdroj som volil tepelné čerpadlá vzduch – voda a zem – voda s plošným kolektorom. Porovnávam oba systémy od jedného výrobcu v monovalentnej a bivalentnej prevádzke. Tepelné čerpadlá v bivalentnej prevádzke sú dimenzované na 73 % v prípade zem/voda a 57 % vzduch/voda, doplnené 5 kW elektrickým prihrievakom. Vybraný výrobca neponúka menšie výkony TČ. Geotermálny vrt všeobecne potrebuje vyššie investičné náklady a vzhľadom k tomu, že je k dispozícii dostatočný pozemok túto variantu som nevyužil.

Tepelné čerpadlo EcoPart 410 zem/voda v monovalentnej prevádzke

Tepelné čerpadlo EcoPart 406 zem/voda v bivalentnej prevádzke z doplnkovou elektrickou špirálou

Tepelné čerpadlo EcoAir 406 vzduch/voda v bivalentnej prevádzke z doplnkovou elektrickou špirálou

Tepelné čerpadlo EcoAir 410 vzduch/voda v monovalentnej prevádzke. [34]

Tabulka 1.6: Podklady pre multikritériálnu analýzu

Kritérium	Typ kritéria	Váha kritéria v_j
Investičné náklady	Min	0,25
Prevádzkové náklady	Min	0,2
Hlučnosť	Min	0,2
Obmedzenie využitia pozemku	Min	0,1
Stavebné úpravy	Min	0,1
Návratnosť	Min	0,05
Vplyv vonkajšej teploty vzduchu	Min	0,1

Ako hlavné kritéria výberu sú investičné a prevádzkové náklady. S ohľadom na skutočnosť, že sa objekt nachádza vo veľmi kľudnej lokalite je hlučnosť respektíve tichosť tepelného čerpadla výrazne podstatná. Keďže je pri dome rozsiahly dlhodobo nevyužívaný pozemok jeho obmedzené využitie a stavebné práce sú menej významné.

Tabulka 1.7: Podklady pre výber

Varianta	Kritéria						
	Investičné náklady	Prevádzkové náklady	Hlučnosť	Obmedzenie pozemku	Stavebné úpravy	Návratnosť	Vplyv vonkajšej teploty vzduchu
	kč	kč/rok	dB	m ²		roky	
EcoAir 406	240 000	26 000	56	5	1	6	3
EcoAir 410	250 000	21 000	58	5	1	5,3	3
EcoPart 406	250 000	22 000	43	300	2	5,5	1
EcoPart 410	300 000	20 000	49	400	3	6,5	1

[1 – mala/é, 2 – stredná/é, 3 – veľka/é]

Doba návratnosti je vypočítaná k elektrickému kotlu.

Kritériálna matica

$$Y_{ij} = \begin{bmatrix} 240000 & 26000 & 56 & 5 & 1 & 6 & 3 \\ 250000 & 21000 & 58 & 5 & 1 & 5,3 & 3 \\ 250000 & 22000 & 43 & 300 & 2 & 5,5 & 1 \\ 300000 & 20000 & 49 & 400 & 3 & 6,5 & 1 \end{bmatrix}$$

Prepočet kritériálnej matice na maximalizačné kritéria

$$Y_{\max,ij} = \begin{bmatrix} 60000 & 0 & 2 & 395 & 2 & 0,5 & 0 \\ 50000 & 5000 & 0 & 395 & 2 & 1,2 & 0 \\ 50000 & 4000 & 15 & 100 & 1 & 1 & 2 \\ 0 & 6000 & 9 & 0 & 0 & 0 & 2 \end{bmatrix}$$

Maxima a minima kritériálnej matice

$$\begin{matrix} \max \\ \min \end{matrix} \begin{bmatrix} 60000 & 6000 & 15 & 395 & 2 & 1,2 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

Vytvorenie normalizovanej kritériálnej matice podľa $r_{ij} = \frac{Y_{ij} - \min}{\max - \min}$

$$r_{ij} = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0,1334 & 1 & 1 & 0,4167 & 0 \\ 0,8334 & 0,8334 & 0 & 1 & 1 & 1 & 0 \\ 0,8334 & 0,6667 & 1 & 0,2532 & 0,5 & 0,8334 & 1 \\ 0 & 1 & 0,6 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

Vyhodnotenie podľa $\sum_j^k v_j r_{ij}$

Tabulka 1.8: *Vyhodnotenie optimálnej varianty*

Varianta	Ohodnotenie
EcoAir 406	0,759
EcoAir 410	0,625
EcoPart 406	0,498
EcoPart 410	0,42

Podľa multikritériálnej analýzy, metódy WSA vyšla optimálna varianta pre zvolený rodinný dom tepelné čerpadlo zem/voda s menovitým výkonom pri B0/W35 5,9 kW.

2.2.3 Návrh tepelného čerpadla

Potreba tepla na prípravu teplej úžitkovej vody:

Požadovaná teplota teplej vody je 55 °C, množstvo spotrebovanej teplej vody 50 l na osobu na deň. Voda čerpaná z vlastnej studne s priemernou teplotou 6 °C.

$$Q_{TUV} = m \cdot c \cdot \Delta\vartheta = (0,05 \cdot 3 \cdot 365) \cdot 4,18 \cdot 49 = 3120,0 \quad (\text{kWh/rok}) \quad (2.2)$$

Pri počítaní 20 % strát

$$Q_{TUV+20\%} = \frac{Q_{TUV}}{0,8} = \frac{3120}{0,8} = 3900 \quad (\text{kWh/rok}) \quad (2.3)$$

Prevádzková doba t_{TUV} na prípravu teplej úžitkovej vody pri B0/W55. Výpočet vychádza z teploty kvapaliny v plošnom kolektore 0 °C, avšak v skutočnosti táto teplota kolíše a mala by byť vyššia, teda s pozitívnym účinkom na vykurovanie.

$$t_{TUV} = \frac{Q_{TUV+20\%}}{P_{nB0_B55}} = \frac{3900}{5,17} = 755 \quad (\text{h/rok}) \quad (2.4)$$

Potreba tepla pre vykurovanie:

Výkon zvoleného tepelného čerpadla pri B0/B45 je $P_{nB0_B45} = 5,48 \text{ kW}$

$$t_{VYK} = \frac{Q_{VYK}}{P_{nB0_B45}} = \frac{16600}{5,48} = 3030 \quad (\text{h/rok}) \quad (2.5)$$

Pri náraste využitia tepelného čerpadla o 600 hodín dochádza k zníženiu výkonu pohlcovania pôdy o 20 %

Výpočet kolektorovej plochy

Vzhľadom k faktu, že väčšina príkonu kompresoru sa mení na vykurovacie teplo, môžeme príkon kompresoru odčítať od potrebného výkonu plošného kolektoru. Dĺžku vetví kolektoru zaokrúhlime na celé čísla nahor a vďaka tomu môžeme zanedbať straty na kompresore.

Vykurovanie

$$Q_{e1} = P_{nB0_B45} - P_1 = 5,48 - 1,55 = 3,93 \quad (\text{kW}) \quad (2.6)$$

Ohrev TUV

$$Q_{e2} = P_{nB0_B55} - P_1 = 5,17 - 1,87 = 3,3 \quad (\text{kW}) \quad (2.7)$$

Q_{e1} je okamžitý extrakčný výkon zo zeme pri vykurovaní

Q_{e2} je okamžitý extrakčný výkon zo zeme pri ohrevu TUV

Výpočet plochy kolektoru

$$S = \frac{Q_{e1}}{q_z} = \frac{3930}{10} = 393 \quad (\text{m}^2) \quad (2.8)$$

Maximálny doporučený odber tepla z 1 m², by nemal prekročiť $Q_{max} = 70 \text{ kWh/m}^2\text{rok}$

Minimálna plocha kolektoru

$$S_{min} = \frac{Q_{rok}}{Q_{max}} = \frac{16600}{70} = 237,1 \quad (\text{m}^2) \quad (2.9)$$

$S > S_{min}$ - Podmienka splnená

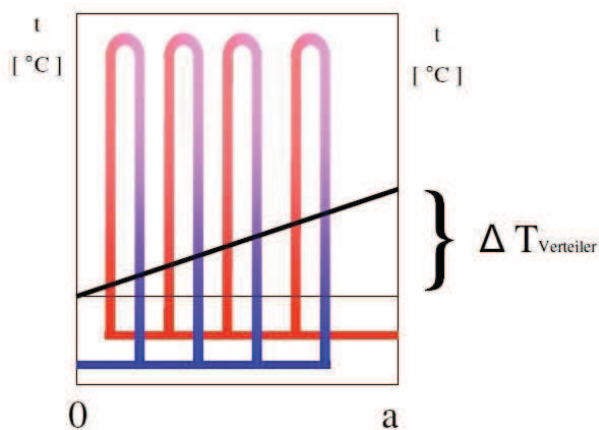
Výpočet dĺžky potrubia

$$q_{POT} = 10 \quad (\text{W/bm}) \quad (2.10)$$

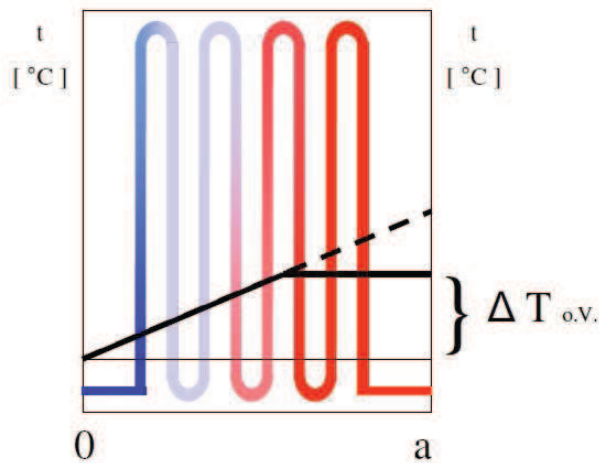
$$l_{min} = \frac{Q_{e1}}{q_{POT}} = \frac{3930}{10} = 393 \quad (\text{m}) \quad (2.11)$$

Výpočet počtu slučiek

Empirickým skúšaním sa zistilo, že najlepšie využitie teplotného gradientu a teda optimálna dĺžka potrubia je 130 m. Štandardné potrubia sa dodávajú v dĺžkach 50, 100, 150, 200 m, s priemerom DN 25. Volím potrubie s dĺžkou 150 m.



Obrázek 1.36: 36 Tepelný gradient pri paralelnom potrubí



Obrázek 1.37: 37 Tepelný gradient pri jednom dlhom potrubí

$$n = \frac{l}{150} = \frac{393}{150} = 2,6 \rightarrow 3 \quad \text{okruhy} \quad (2.12)$$

$$l_{pot} = 3 * 150 = 450 \quad \text{(m)} \quad (2.13)$$

Minimálny rozstup potrubia

$$a = \frac{s}{l_{pot}} = \frac{393}{450} = 0,87 \quad \text{(m)} \quad (2.14)$$

Hĺbka uloženia kolektoru 0,5 m pod nezamrzajúcu hĺbku. To predstavuje 1,3 m pod povrch. [14], [25], [26]

Ako šachticu použijeme 4 betónové skružia z priemerom 1000 mm a výškou 450 mm, ktoré sa zakopú 1,6 m pod zem, do ktorej sa umiestni rozdeľovač a zberač pre 3 vetvy. Potrubie musí byť vyspádované, smerom od šachtice musí klesať z dôvodu odvzdušnenia potrubia. Potrubie v blízkosti šachtice a rozdeľovač budú umiestnene 1,25 m pod úroveň terénu, najvzdialenejšia časť potrubia bude 1,8 m pod úrovňou terénu. Minimálny rozstup línií potrubia plošného kolektora je 0,87 m, vzhľadom na rozsiahlosť pozemku a zjednodušenie výkopových prác je zvolený rozstup 1 m. Zberné potrubie od rozdeľovača k zariadeniu tepelného čerpadla musí byť aspoň o dimenzii väčšie ako potrubie kolektora, z dôvodu dostatočného prúdenia kvapaliny, v tomto prípade min DM 32. Všetky potrubia sú z materiálu PE 100 RC a je možné ich priamo zasypávať vyťaženou zeminou, teda bez pieskovej vystielky. Po usadnutí zeminu, spravidla rok, je nutné zeminu dorovnať. Nákras plošného kolektora je v prílohe C01 a C02.

3 Solárne kolektory, fotovoltaičné panely, rozbor pre vykurovanie.

3.1 Solárne kolektory

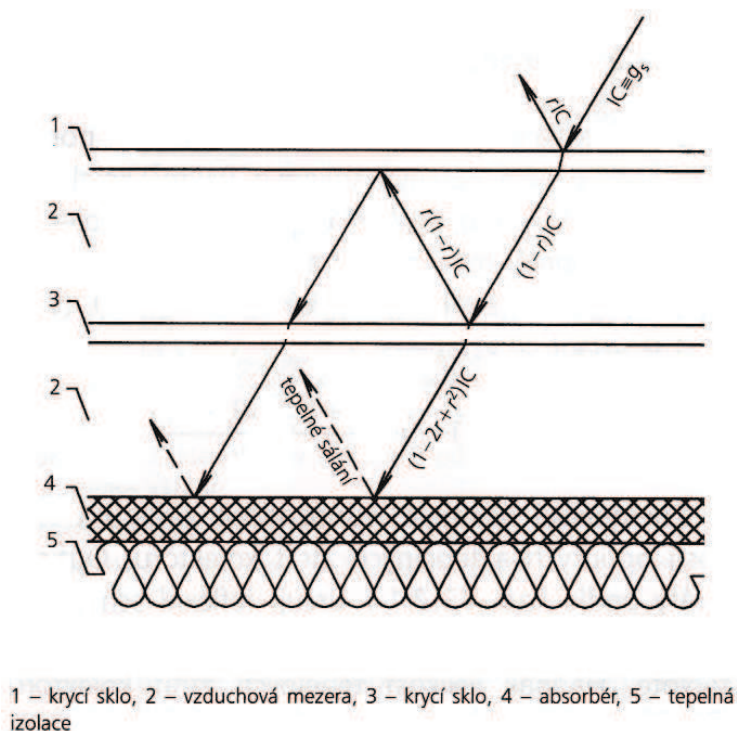
Slnčné žiarenie obsahuje dostatok energie na to, aby sa ním oplátilo vykurovať malé RD ale aj veľké budovy. V českej republike svieti slnko priemerne 1460 h/rok. V niektorých oblastiach dopadá viac slnečnej energie a to prevažne v južných oblastiach, kde sa vyplatí túto energiu využívať. V českej republike dopadá za jasnej oblohy priemerne 1081 W/m^2 . Slnčnú energiu dopadajúcu na povrch využívame tromi spôsobmi: pasívne, aktívne alebo hybridne.

Pasívny systém zahŕňa využitie presklených častí budov, ale aj stavebné konštrukcie. Aktívny systém využíva k premene slnečného žiarenia na elektrickú energiu alebo tepelnú energiu. Hybridné využitie je kombináciou predošlých.

Základom je zachytávanie slnečného žiarenia pomocou kolektorov a jeho premena na tepelnú alebo elektrickú energiu, ktorá sa zvyčajne následne využíva na ohrev vody. Množstvo zohriatej vody a jej teplota závisí od plochy, typu kolektorov a aktuálneho počasia. [10], [15]

3.1.1 Optické a tepelné straty kolektoru

Z funkčného hľadiska je možné vonkajšiu plochu solárneho kolektoru považovať za oslnenú plochu na ktorú dopadá energia slnečného žiarenia. Krycie sklo časť slnečnej energie odrazí ale väčšinu prepusti. Množstvo slnečného žiarenia odrazeného a prepusteného transparentným krytom závisí na pomernej odrazivosti a súčiniteľu transparentnosti rôznych skiel. Optické straty kolektoru sa vyjadrujú pomocou reflexnej schopnosti skiel r (-) ktorá sa podľa druhu a hrúbky skla pohybuje v rozpätí 0,1 až 0,2. To znamená že jednotlivé krycie skla prepustia 80 až 90 % slnečných paprskov k absorpčnej ploche.



Obrázek 1.38: 38 Optické straty na kolektore z dvomi krycími sklami

Podľa obr. 38 Optické straty na kolektore z dvomi krycími sklami pri známej reflexnej schopnosti skiel r a intenzite dopadajúceho slnečného žiarenia I_c možno optickú účinnosť kolektora s jedným krycím sklom vyjadriť výrazom $(1 - r) I_c$ a optickú účinnosť kolektora s dvoma krycími sklami výrazom $(1 - 2r + r^2) I_c$. Po dosadení reflexných schopností skiel do výrazov pre výpočet optickej účinnosti dostaneme konkrétne hodnoty, ktoré sa uvádzajú v tab. Tabulka 1.9:

Tabulka 1.9: Reflexna schopnosť kolektorov

Reflexná schopnosť krycích skiel (-)		
Optická účinnosť kolektoru		
r	z jedným sklom	z dvojsklom
0,10	0,9	0,81
0,15	0,85	0,72

Z Tabulka 1.9: je zrejmé, že optická účinnosť kolektorov s dvoma krycími sklami je menšia ako optická účinnosť kolektorov s jedným sklom. V skutočnosti však kolektory s jedným sklom dosahujú pri teplotách do 50 °C vyššiu celkovú energetickú účinnosť a kolektory s dvomi sklami sú vhodnejšie pre dosiahnutie vyšších teplôt.

3.1.2 Energetická účinnosť kolektora

Energetická účinnosť η_k (-) definovaná ako pomer medzi zachyteným tepelným tokom q_k (W/m²) kolektora a tepelným tokom q_s (W/m²) dopadajúcim na kolektor alebo ako pomer medzi energiou zachytenou kolektorom Q_k (Wh/m²) a energiou dopadajúcou na kolektor Q_s (Wh/m²) sa vyjadruje vzťahom

$$\eta_k = \frac{q_k}{q_s} = \frac{Q_k}{Q_s} = (1 - r) \frac{(U_1 + U_2)(\theta_k - \theta_v)}{q_s} \quad (-) \quad (3.5)$$

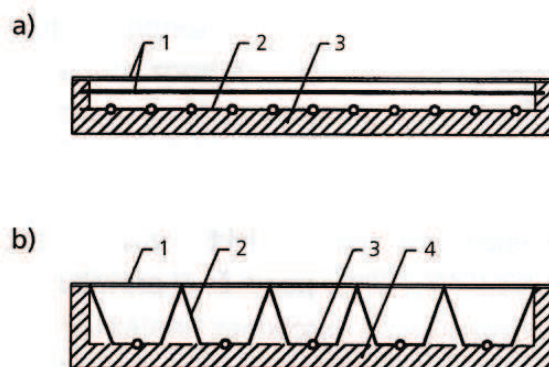
Energetická účinnosť jednoznačne závisí od veľkosti optických a tepelných strát kolektora. Optické straty určuje reflexná schopnosť a priepustnosť transparentného krytu a nezávisia na teplote. Naopak veľkosť tepelných strát kolektora závisí na jednej strane od rozdielu teplôt povrchu absorpčnej plochy a okolitého vzduchu a na druhej strane na konštrukčnom a technickom prevedení absorpčnej plochy s rôznou povrchovou úpravou. Vzhľadom k premenlivosti dopadajúceho tepelného toku q_s a teploty okolia θ_v , má účinnosť kolektora premennú hodnotu. Preto je pri aplikácii kolektorov vhodné ohrievať teplonosnú látku na nižšiu teplotu (ohrev teplej vody a vody pre veľkoplošné sálavé vykurovanie), a to v čase, keď je teplota okolitého vzduchu najvyššia. Potom účinnosť kolektorov v letných mesiacoch dosahuje hodnoty 0,8 (80%) a viac, ale v zimných mesiacoch môže naopak klesnúť pod hodnotu 0,1 (10%). Účinnosť kolektorov je tým väčšia, čím väčší je dopadajúci tepelný tok a čím menší je rozdiel teplôt. Po dosadení $r = 0,10$ (Jedno čisté sklo), $r = 0,20$ (dve znečistená sklá) a $U = 6,0$ (W/m²K) pre kolektor s jedným sklom, alebo $U = 4,0$ (W/m²K) pre kolektor s dvomi sklami do rovnice (3.5) možno účinnosť vyjadriť vzťahom

Pre jednosklo

$$\eta_k = 0,90 - 6 \frac{(\theta_k - \theta_v)}{q_s} \quad (-) \quad (3.6)$$

Alebo pre dvojsklo

$$\eta_k = 0,90 - 4 \frac{(\theta_k - \theta_v)}{q_s} \quad (-) \quad (3.7)$$



a) plochý, b) klesající

1 – krycí sklo, 2 – odrazová plocha, 3 – absorpční plocha, 4 – tepelná izolace

Obrázek 1.39: 39 Základné typy kolektorov podľa stupňa koncentrácie slnečného žiarenia [10]

3.1.3 Výpočet a návrh slnečného kolektora

Kolektory sú najdôležitejším komponentom slnečných energetických systémov. zachytávajú slnečné žiarenie a premieňajú ho na teplo, ktoré ohrieva teplotnosnú látku. Kolektory sa využívajú v nízko-teplotných systémoch, kde teplota teplotnosnej látky nepresahuje $100\text{ }^{\circ}\text{C}$ (väčšinou dosahuje hodnoty pod $60\text{ }^{\circ}\text{C}$). Z hľadiska technického a konštrukčného riešenia sa slnečné kolektory rozdeľujú na dva druhy:

Ploché kolektory, ktorých absorpčná plocha je rovnako veľká ako vrchná, transparentná, ktorej prechádzajú slnečné lúče obr. 39 Základné typy kolektorov podľa stupňa koncentrácie slnečného žiarenia

Koncentrujúce kolektory, kde sa slnečné lúče sústreďujú na absorpčnú plochu pomocou odrazových plôch, ktoré sú oveľa väčšie ako absorpčná plocha obr. 39 Základné typy kolektorov podľa stupňa koncentrácie slnečného žiarenia. [10]

3.1.4 Druhy a konštrukčné riešenie kolektorov

Ploché kolektory sa rozlišujú podľa

teplotnosnej látky:

kvapalinové, kde teplotnosnou látkou je voda alebo nemrznúca kvapalina.

vzduchové, kde teplotnosnou látkou je vzduch.

Teploty

nízko-teplotné s teplotou do $60\text{ }^{\circ}\text{C}$.

strednoteplotné s teplotou do $100\text{ }^{\circ}\text{C}$..

vysokoteplotné s teplotou od 100 do $2\,000\text{ }^{\circ}\text{C}$.

úpravy absorpčnej plochy:

neselektívny, s bežným čiernym náterom,

selektívne, so špeciálnym selektívnym povlakom, ktorý zaručuje vysokú absorpciu slnečného krátkovlnného žiarenia a nízku emisiu tepelného žiarenia

umiestnenia:

predsadené pred budovou.

osadené v budove, na strešnú konštrukciu, vo zvislých konštrukciách a pod.

zabudované do strešnej konštrukcie, vytvárajúcu tzv. energetickú strechu.

materiálu:

oceľové, medené, hliníkové, mosadzné, sklenené, plastové, kombinované

špeciálne:

vákuové, kde absorpčná plocha je uložená v sklenenej vákovej trubke,

absorpčné matrace, ktorými sú ploché kolektory bez krycej vrstvy.

použitia:

k ohrevu vody, teplej vody, bazénovej vody, vody pre ústredné vykurovanie, k chladenie priestorov, na sušenie poľnohospodárskych plodín, na teplovzdušné vykurovanie. [10]

3.1.5 Orientácia a umiestnenie kolektorov

Pre dosiahnutie optimálneho príjmu energie slnečného žiarenia a jej využitia, kolektory je dôležité nasmerovať na slnečné lúče. nasmerovanie kolektorov sa uvádza pomocou azimutového uhla α_s a poloha umiestnenia prostredníctvom uhla sklonu α . Najvýhodnejšia je orientácia na juh, kde teoreticky možné množstvo energie dopadajúce za deň na kolektor dosahuje najvyšších hodnôt. V prípade tejto orientácie je najmä v obedných hodinách slnečné žiarenie najintenzívnejšie. [10] , [15]

3.1.6 Výpočet optimálnej kolektorovej plochy

Pri výpočte slnečných energetických systémov je najdôležitejším krokom určenie optimálnej kolektorovej plochy a počtu kolektorov, ktoré zabezpečia požadované energetické krytie po dobu využívania vzhľadom k veľkosti strešnej konštrukcie, prípadne iného miesta osadenia kolektorov. Pri návrhu môžu nastať dva prípady:

Pre danú spotrebu tepla Q_{spot} pre prípravu teplej vody, pre ohrev vody v bazénoch alebo vody pre nízкотеплотnú vykurovaciu sústavu sa vypočíta minimálna plocha kolektorov A_k , ktorá je schopná zachytiť požadované množstvo energie.

Pre danú plochu kolektorov A_k sa zostaví tepelná bilancia na určité obdobie a zistí sa podiel spotreby krytej slnečnou energiou a dodatkovým zdrojom. [10]

3.1.7 Energia zachytená kolektorom

Množstvo tepelnej energie zachytenej kolektorom Q_k závisí na skutočnom množstvo energie dopadajúcim na oslnenú plochu počas dňa a na účinnosti kolektorov η_k , čo možno vyjadriť vzťahom:

$$Q_{k\ den} = \eta_k Q_{s\ den} \quad (\text{W/m}^2) \quad (3.8)$$

alebo za celý mesiac

$$Q_{k\ mes} = \eta_k Q_{s\ mes} = \eta_k n Q_{s\ den} \quad (\text{W/m}^2) \quad (3.9)$$

pričom n je počet dní v mesiaci. [10]

3.1.8 Výpočet plochy kolektorov

Návrh plochy kolektorov závisí od množstva energie zachytenej kolektormi Q_k za deň, mesiac, prípadne za celý rok, ktoré sa určí podľa vzťahu:

$$Q_k = \eta_k Q_s \quad (\text{Wh/m}^2) \quad (3.10)$$

kde η_k je účinnosť kolektorov určená výpočtom alebo uvedená výrobcom (-),

Q_s - energie dopadajúcej na kolektory (Wh/m^2)

Najčastejšie sa počíta s energiou zachytenou počas slnečného dňa $Q_{k\ den, teor}$ za priemerný deň v mesiaci $Q_{k\ deň}$ prípadne za celý mesiac $Q_{k\ mes}$. Účinnosť kolektorov η_k sa vyjadruje ako priemerná hodnota za celý deň (vzhľadom k priemernej dennej teplote). Pre známu strednú intenzitu slnečného žiarenia $I_c = q_s$ a známy rozdiel teplôt $\Delta\theta = \theta_k - \theta_v$ sa vypočíta účinnosť kolektorov η_k podľa rovnice (3.5). vypočítané množstvo energie zachytenej slnečným kolektorom na plochu 1 m^2 v priemerný deň rozhoduje o budúcej veľkosti kolektorovej plochy a počtu kolektormi k pokrytiu požadovanej spotreby tepla objektu. Celková plocha kolektorov sa vypočíta zo vzťahu:

$$A_k = \frac{Q_{spot}}{Q_k} \quad (\text{m}^2) \quad (3.11)$$

kde Q_{spot} je potreba energie v objekte za deň, alebo mesiac (kWh)

Q_k - energia zachytená kolektormi za deň, alebo mesiac (kWh/m^2). Podľa času prevádzky zariadenia.

Potreba tepelnej energie pre konkrétne zariadenie sa určí podľa využívania (vykurovania, ohrev teplej vody). Denná potreba tepla pre prípravu teplej vody sa vypočíta z rovnice

$$Q_{spot} = c_v \rho_v V (\theta_2 - \theta_1) \quad (\text{kWh}) \quad (3.12)$$

kde c_v je tepelná kapacita vody (Wh/(kg. K)),

ρ_v - hustota vody pri strednej teplote $\theta = 0,5(\theta_1 - \theta_2)$ (kg / m³),

V - denná spotreba vody (m³),

θ_1 - teplota studenej vody (°C),

θ_2 - teplota výstupnej vody z kolektorov (°C).

Potreba tepla pre nízkotepelnú vykurovaciu sústavu za jednotlivé mesiace sa určí na základe výpočtu tepelných strát objektu a klimatických údajov danej lokality podľa ČSN EN 12831. Vzhľadom k premenlivej dostupnosti energie slnečného žiarenia, a tým aj nerovnomernému množstvu tepelnej energie zachytenej kolektormi sa celková plocha kolektorov stanovuje pre najpriaznivejšie a najnepriaznivejší mesiac predpokladaného obdobia ich využívania. O veľkosti kolektorovej plochy ďalej rozhoduje dispozičný priestor osadenie kolektorov a výška investičných nákladov. Rozhodujúcim kritériom je podiel energie zachytenej kolektormi na celkovej spotrebe tepla zariadením. [10]

3.1.9 Tepelná bilancia kolektorov

Na základe výpočtu množstva energie zachytenej slnečným kolektorom s plochou 1 m² za určitý čas (letné, prechodné alebo celoročné obdobie) sa určuje veľkosť kolektorovej plochy, pre ktorú sa zostaví tepelná bilancia. Tepelná bilancia celkovej kolektorovej plochy v jednotlivých mesiacoch počas využívania slnečného žiarenia sa porovná s požadovanou spotrebou energie a zisťuje sa percentuálny podiel energetického krytia. Ak energia slnečného žiarenia zachytená kolektorovou plochou nestačí, je potrebné časť energie zabezpečiť pomocou doplnkového zdroja tepla. Účinnosť kolektorov a energia zachytená plochou 1 m² uvedenej v Tabuľka 1.10: poukazujú na konkrétnu dostupnosť energie v našich klimatických podmienkach. Za predpokladu, slnečného žiarenia v období od mája do septembra, použijeme jednoduchý energetický systém na prípravu teplej vody, pričom slnečné kolektory s jedným krycím sklom namontujeme pod uhlom sklonu $\alpha = 30^\circ$ s orientáciou na juh a voda sa bude zahrievať z teploty $\theta_1 = 10^\circ\text{C}$ na teplotu $\theta_2 = 50^\circ\text{C}$. [10]

Tabulka 1.10: účinnosť kolektoru a energia zachytená plochou 1 m² solárneho kolektoru

Mesiac	Teplota °C	Rozdiel teploty °C	$I_c = q_s$ W/m ²	η_k -	$Q_{k\ den, teor}$ kWh/m ²	s_m (-)	$Q_{k\ den,}$ kWh/m ²
Máj	18,5	31,5	636	0,78	9,56	0,57	4,25
Jún	21,6	28,4	648	0,8	9,98	0,6	4,79
Júl	23,5	26,5	657	0,8	9,86	0,63	4,96
August	23,6	26,4	598	0,79	8,11	0,63	4,04
September	20,5	29,5	555	0,77	6,66	0,58	2,97

3.1.10 Nízkotepelné slnečné energetické systémy

Aplikáciou slnečných energetických systémov v budovách možno výraznejšie znížiť spotrebu tepla doteraz pokrývanou konvenčnými zdrojmi a zvýšiť kvalitu životného prostredia, ako aj štandard bývania. Na zníženie spotreby energie v obytných, občianskych, poľnohospodárskych a priemyselných budovách sú však kladené požiadavky, ktoré budovy musia spĺňať:

z hľadiska stavebného prevedenia:

- členenie obvodového plášťa podľa funkcie a orientácie,
- orientácia budovy,
- funkčné riešenie zasklených plôch,
- infiltrácie škárami, znížená prie vzdušnosť konštrukcií;

z hľadiska techniky prostredia:

- lepšiu účinnosť pri konverzii primárnej energie na sekundárne,
- kvalitnejšie izolácie potrubných rozvodov,
- výmenníky tepla s vyššou účinnosťou.

Z hľadiska celkovej koncepcie využívania slnečnej energie v budovách so slnečným energetickým systémom sa aplikujú, aby sa znížila:

- spotreba primárnych nosičov energie (tuhé palivo, plyn, olej),
- tvorba emisných škodlivín,
- spotreba energie.

Slnečné energetické systémy sa rozdeľujú podľa viacerých kritérií. Najdôležitejšie je užívateľské a prevádzkové hľadisko, ktoré závisí na technickom riešení slnečného systému. Z tohto hľadiska sa slnečné energetické systémy rozlišujú podľa:

spôsobu využívania:

pre ohrev teplej vody, pre vykurovanie, pre ohrev vody v bazénoch
spôsobu ohrevu teplotonosnej látky:

s priamym ohrevom vody, s nepriamym ohrevom vody
obehu teplotonosnej látky:

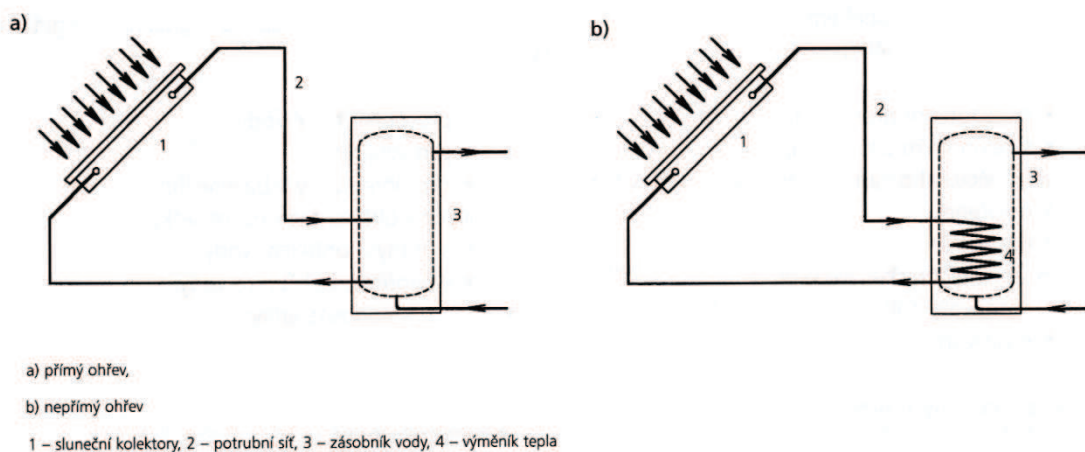
s prirodzeným obehom, s núteným obehom
doby prevádzky:

sezónnu prevádzku, s celoročnou prevádzkou
zabezpečovacieho zariadenia:

otvorené, uzavreté
konceptia technického riešenia:

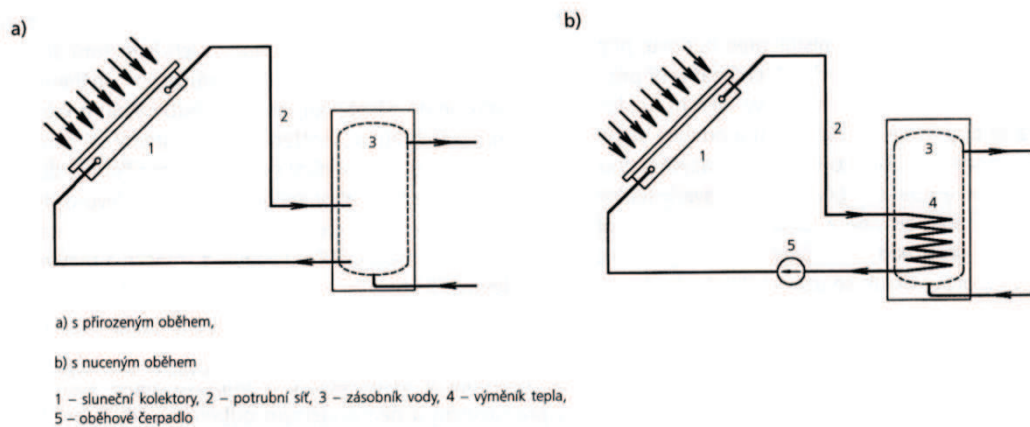
monovalentné, bivalentný, viacvalentne
počtu odberných miest:
jednookruhové, dvojkruhové, viacokruhová

Monovalentné systémy sú určené pre sezónnu prevádzku. Ohriata voda zo slnečných kolektorov sa buď prirodzeným spôsobom, alebo núteným obehom cirkuluje do zásobníka, aby bola odberateľom k dispozícii pre priamu spotrebu. Tieto systémy sa využívajú na ohrev vody v období s maximálnym príjmom slnečného žiarenia na prípravu teplej vody, na ohrev vody pre hygienické alebo technologické účely v jednoduchých stavbách alebo na ohrev vody v bazénoch a otvorených kúpaliskách. Mnohovalentné systémy tvoria prenosné alebo stabilné zariadenia, ktoré sa umiestňujú pred budovu, prípadne na strešnej konštrukcii. Jednoduché zariadenie na ohrev vody má otvorený kolektorový okruh; teplotonosná látka sa dopravuje do zásobníka a odoberá sa pre priamu spotrebu. Takýto systém sa nazýva jednookruhový obr. 40 Priamy a nepriamy ohrev vody v kolektorovom okruhu. Ak odovzdáva teplotonosná kvapalina teplo získané z kolektorov vode v zásobníku nepriamo, prostredníctvom povrchového výmenníka tepla, kolektorový okruh sa uzatvára. V otvorenom okruhu je teplotonosnou látkou voda a v uzavretom okruhu nemrznúca kvapalina, ktorá umožňuje prevádzkovať systém aj v zimnom období. Otvorený kolektorový okruh sa navrhuje v systémoch na prípravu teplej vody s pravidelným a nepravidelným odberom vody a pre ohrev vody v bazénoch. Uzavretý kolektorový okruh je vhodný pre systémy na ohrev vody pre hygienické účely prevádzkované po celý rok a pre pripojenie k nízko teplotnej vykurovacej sústave Doprava a obeh teplotonosnej látky sa uskutočňuje buď prirodzeným, alebo núteným spôsobom obr. 41 kolektorový okruh z prirodzeným a núteným obehom teplotonosnej látky. Vzhľadom k teplote teplotonosnej látky v čase dostatočného príjmu slnečnej energie sa kolektorový okruh vybavuje zabezpečovacím zariadením. Zabezpečovacie zariadenia tvorí otvorená expanzná nádoba, prípadne uzavretá tlaková nádoba podľa obr. 42 Kolektorový okruh so zabezpečovacím zariadením.



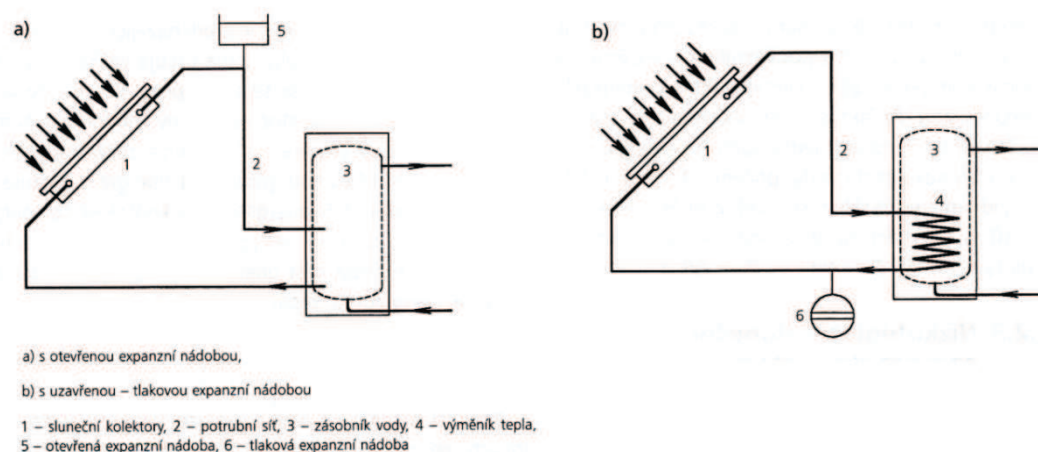
Obrázek 1.40: 40 Priamy a nepriamy ohrev vody v kolektorovom okruhu

1 - slnečné kolektory, 2 - potrubie, 3 - zásobník vody, 4 - výmenník tepla



Obrázek 1.41: 41 kolektorový okruh z prirodzeným a núteným obehom teplotnosnej látky

1 - slnečné kolektory, 2 - potrubie, 3 - zásobník vody, 4 - výmenník tepla, 5 - obehové čerpadlo



Obrázek 1.42: 42 Kolektorový okruh so zabezpečovacím zariadením

1 - slnečné kolektory, 2 - potrubie, 3 - zásobník vody, 4 - výmenník tepla, 5 - otvorená expanzná nádoba, 6 - tlaková expanzná nádoba

Bivalentne slnečné energetické systémy sú tvorené dvoma zdrojmi tepla. Primárny je kolektorový okruh, ktorý dopĺňa klasický zdroj tepla, zvyčajne kotol ústredného vykurovania, alebo elektrické vykurovacie teleso, prípadne tepelné čerpadlo. Kombinované bivalentné systémy sú navrhované pre ohrev teplej vody v priebehu celého roka a pre ohrev vody pre nízko teplotné vykurovanie. Doplnkový zdroj tepla pracuje v prechodných a zimných mesiacoch, kedy je nedostatočný príjem slnečnej energie. Tieto systémy môžu byť podľa počtu pripojených odberných miest dvoch alebo viacokruhové. Systémy pre nízko teplotné vykurovanie môžu teplo pre vykurovaciu sústavu odoberať priamo alebo akumulovať. Trivalentné systémy tvoria kolektorový okruh, okruh kotla ústredného kúrenia a tretí zdroj tepla, napr. tepelné čerpadlo. Tepelné čerpadlo pokrýva spotrebu tepla v okrajových mesiacoch vykurovacieho obdobia a kotol ústredného kúrenia pracuje pri nižších vonkajších teplotách vzduchu. Trivalentné energetické systémy sú technicky zložitejšie, investične náročné a prevádzkového ne menej spoľahlivé. V praxi sa navrhujú ako experimentálne zariadenia k overovaniu technických parametrov jednotlivých zariadení a zisťovanie podielu energetického pokrytia spotreby tepla slnečnou energiou a doplnkových zdrojov tepla. [10]

3.1.11 Solárny energetický systém pre vykurovanie

Solárny energetický systém pre vykurovanie pokrýva približne 25 až 30 % celoročnej spotreby tepla najmä v okrajových mesiacoch vykurovacieho obdobia. V období s nízkymi vonkajšími teplotami počas vykurovacej sezóny spotrebu tepla zabezpečuje doplnkový zdroj, ktorého tepelný výkon sa určuje podľa ČSN EN 12831, tj. na maximálne tepelné straty objektov. návrh slnečného energetického systému pre vykurovanie objektu a prípravu teplej

vody závisí na zostavení celoročnej tepelnej bilancie, z ktorej vyplynie množstvo energie dodanej slnečným okruhom a okruhom klasického, doplnkového zdroja tepla. K slnečným systémom je možné pripájať takmer všetky vykurovacie sústavy. Ak je teplotou látkou v slnečnom kolektore kvapalina, sústava bude teplovodná s teplotou vody do 90 °C. V skutočnosti však stredná teplota kvapaliny neprevyšuje teplotu 40 až 60 °C, preto je vhodné voliť nízko teplotnú vykurovaciu sústavu, najmä podlahové vykurovanie. Množstvo energie prijatej slnečným systémom v čase intenzívneho slnečného žiarenia, ktoré sa ihneď po prijatí nespotrebuje, je vhodné akumulovať, pokiaľ nebude uspokojujúca energetická hladina príjmu energie. Preto aplikácia slnečných systémov pre vykurovanie vyžaduje návrh nízko teplotných akumulátorov tepla s dostatočnou tepelnou kapacitou na jeden až dva dni, prípadne na celé zimné obdobie. Akumulácia tepelnej energie je energeticky výhodná, ale zvyšuje nároky na dispozičné riešenie objektu (priestor pre akumulčný zásobník), automatickú reguláciu prevádzky zariadení a náklady na systém. U nízko teplotného vykurovania je ako akumulčná látka najvhodnejšia voda, pretože má pomerne nízku cenu a vysokú tepelnú kapacitu. Jej nevýhodami sú veľká hmotnosť a objem, ktoré ovplyvňujú veľkosť zásobných nádrží a ich umiestnenie v objekte. Z hľadiska celkovej koncepcie sú slnečné energetické systémy pre vykurovanie budov navrhované ako:

bivalentné - s kotlom ústredného kúrenia na kvapalné, či plyné palivo, prípadne s tepelným čerpadlom.

trivalentný - kombinované s kotlom aj s tepelným čerpadlom, pričom sú navrhované bez akumulácie aj s akumuláciou tepla. [10]

3.1.12 Slnečné energetické systémy na prípravu teplej vody

V našich klimatických podmienkach sa energia slnečného žiarenia využíva na ohrev pitnej vody pre hygienické účely v bytových a rodinných domoch, v rekreačných zariadeniach, v poľnohospodárskych a priemyselných objektoch, ako aj v budovách s občasnou prevádzkou. Slnečné energetické systémy sú z hľadiska doby využívania a spôsobu technického riešenia navrhované ako:

monovalentné - prevádzkované v letnom období,

bivalentný - využívajú sa po celý rok.

Pri navrhovaní druhu systému možno predpokladať, že 1 m² kolektorovej plochy v slnečnom systéme denne ohreje 40 až 60 litrov vody na teplotu 40 až 60 °C. V tej dobe možno spotrebu tepla na prípravu teplej vody zabezpečovať slnečným žiarením a kotol ústredného vykurovania, v ktorom sa voda ohrieva klasicky, nemusí pracovať. Veľkosť plochy kolektorov a zásobníka závisia na dennej potrebe vody a spotrebe tepla. Bivalentný systém dodáva po celý rok približne 80 % potreby tepla. Kolektorový okruh je doplnený prídavným zdrojom, elektrickou ohrevnou vložkou alebo kotlom ústredného kúrenia. Systémy sa navrhujú spravidla

s krátkodobou akumuláciou tepla a využívajú sa k celoročnému ohrevu vody, čím umožňujú čiastočne kryť potrebu tepla pre vykurovanie v okrajových mesiacoch vykurovacej sezóny. Ohrev vody na hygienické účely môže byť z hľadiska prevádzky sezónny aj celoročný. [10]

3.1.13 Slné energetické systémy pre ohrev teplej vody sezónny ohrev

V prípade sezónneho ohrevu sú systémy v prevádzke od apríla až do september. Je požadovaná teplota vody 40 až 45 °C. Za predpokladu, že 1 m² kolektorové plochy ohreje 40 až 60 l vody za deň, slnečné kolektory pre jeden byt či rodinný dom musia mať plochu minimálne 6 až 8 m² a teoretickú účinnosť minimálne 55 % s jedným krycím sklom. Uhol sklonu je 30 až 45 °. Zásobník vody má obsah 200 až 300 litrov, pre jednodňovu až dvojďňovu akumuláciu tepla minimálne 500 litrov. Ako teplonosná látka sa používa voda. Systém je monovalentný jednookruhový s doplnkovou elektrickou výhrevnú vložkou. Slné energia kryje 90 až 100% spotreby tepla. Na meranie a reguláciu slúžia regulátor teplotnej diferencie, snímača teploty výstupu z kolektorov a na vstupe do zásobníka. [10]

3.1.13.1 Celoročný ohrev

Pri celoročnom odbere sú systémy prevádzkované od marca do októbra, prípadne po celý rok. Je požadovaná teplota vody minimálne 45 °C. Kolektory pre jeden byt či rodinný dom musia mať plochu minimálne 6 až 12 m² podľa spotreby tepla, uhol sklonu je 40 ° až 60 ° a tepelná účinnosť minimálne 60 %. Zásobník teplej vody obsahuje 300 až 500 litrov, zásobník tepla pre jednodňové až dvojďňové akumuláciu 500 až 1 000 litrov. K doplnkovému ohrevu vody slúži zásobník s obsahom 100 až 200 litrov na jeden byt. Teplonosnou látkou sú nemrznúce syntetické kvapaliny. Systém je bivalentný, dvoj až trojokruhový. Slné energia kryje 60 až 70 % spotreby tepla. Automatickú reguláciu umožňuje regulátor, teplotných diferencii a snímače teplôt s regulačnými armatúrami. [10]

3.1.14 Slné energetické systémy pre vykurovanie objektov

Vo vykurovacom období je požadovaná teplota vody v systémoch pre vykurovanie minimálne 30 °C. kolektory majú plochu 15 až 25 m² na jeden byt a uhol sklonu 45 až 60 °. Zásobník vykurovacej vody s jednodňovou akumuláciou musí mať objem 1 500 až 2 000 l, dlhodobý zásobník obsahuje minimálne 5 m³ vody na jeden byt. Čas nabíjania je päť až sedem mesiacov, teplota pri nabíjaní sa pohybuje od 30 do 70 °C. merná tepelná strata budovy $q \leq 0,5$ W/(m³.K). Systémy môžu byť bivalentne alebo trivalentne. Maximálna spotreba tepla pre vykurovanie objektu je 80 W/m². Vykurovacia sústava je nízkotepelná s automatickou reguláciou v každom okruhu zdroja tepla. V okrajových mesiacoch vykurovacieho obdobia s ohrevom teplej vody. V okrajových mesiacoch vykurovacieho obdobia sa požaduje teplota vody minimálne 30 °C. kolektory musia mať plochu 15 až 25 m² na byt, 20 až 25 m² pre rodinný dom a uhol sklonu 40 až 65 °. zásobník teplej vody má obsah 300 až 500 litrov, zásobník tepla 1 000 až 2 500 litrov. Ako teplonosná látka sa používajú nemrznúce a syntetické kvapaliny.

Doplňkový zdroj je dimenzovaný na maximálnu potrebu tepla pre vykurovanie. Systém je bivalentný dvoj až trojokruhový, prípadne trivalentný viacokruhový. Slniečna energia kryje 20 až 30 % spotreby tepla. Regulácia v slnečnom okruhu a v okruhu doplnkového zdroja je automatická. [10]

3.2 Fotovoltaické systémy

Obdobne ako solárne kolektory je ich využitie na vykurovanie obmedzené. V súčasnosti sa využívajú hlavne na ohrev teplej úžitkovej vody a dodavku elektrickej energie do siete. Avšak je možné fotovoltaickými systémami aj vykurovať, jedná sa doplnkový zdroj vykurovania, ktorý dokáže pokryť až 30 % spotreby tepelnej energie za rok, a to hlavne na jar alebo jeseň. Fotovoltaické panely vyrábajú jednosmerný prúd, napätie panelu závisí od usporiadania článkov v panely. Spravidla panely vytvárajú 12, 24, alebo 48 V jednosmerných. V súčasnosti je možné využiť priamo aj jednosmerný prúd na vykurovanie, a to buď jednosmernou špirálou v bojleri respektíve akumuláčnej nádobe, alebo použitím DC vykurovacích kabeľov v podlahovom vykurovaní. Pri použití jednosmerných vykurovacích kabeľov umiestnených v podlahovom vykurovaní musí byť väčšia vrstva betónu nad káblami, z dôvodu zvýšenej potreby akumulácie počas dňa, činnosti fotovoltaických panelov. Je možné elektrickú energiu vyprodukovanú počas dňa akumulovať napr. v batériách a v čase potreby ju využiť na vykurovanie. Jednosmerný prúd môžeme pomocou striedača zmeniť na bežné sieťové parametre a využiť ho na vykurovanie alebo ohrev teplej vody v bežných spotrebičoch, spravidla v kombinácii z elektrickou energiou dodávanou zo siete. [16], [17]

Typy fotovoltaických panelov

Monokryštalické panely, majú vysokú účinnosť pri ideálnych podmienkach. V našich zemepisných šírkach sa najčastejšie používajú panely s monokryštalickými článkami. Kryštály kremíka v týchto článkoch sú väčšie ako 10 cm, plocha článkov je rovnomerná a panely majú väčšinou tmavý odtieň do hnedá až čierna. Pri využití fotovoltaických panelov s optimálnym sklonom, s účinnosťou monokryštalických článkov, ktorá sa pohybuje v rozmedzí 14 - 18 % a je zo všetkých troch typov fotovoltaických článkov najväčšia. Solárna elektrárňa z týchto panelov sa pomalšie rozbieha, ale potom dodáva energiu efektívnejšie. Vysoká účinnosť je však zaručená len v miestach s dobrými svetelnými podmienkami. [33]

Poly kryštalické panely, majú rovnomerný výkon pri rozptýlenom svetle. O niečo nižšia účinnosť (asi 12 - 17 %) majú solárne panely s poly kryštalickými článkami. Ich výroba je o niečo jednoduchšia a v minulosti sa preto dali zaobstarať za výrazne nižšiu cenu. Dnes sa však cenový rozdiel znížil na minimum. Poly kryštalické solárne panely majú typický modrý odtieň a sú tvorené článkami s nerovnomernou plochou, ktoré sa skladajú z väčšieho počtu malých kryštálov. Solárna elektrárňa z týchto panelov má rovnomernejší výkon a hodí sa tam, kde je určitá odchýlka od ideálnej orientácie. Ak sa vaše obydlie nachádza v miestach, kde svetlo

prichádza z boku a je viac rozptýlené, mala by vaša voľba padnúť práve na poly kryštalické panely. [33]

Amorfne panely majú vyššiu citlivosť pri nízkej intenzite svitu. Základom týchto panelov je tenká kremíková vrstva naparovaná na sklo alebo fóliu. Účinnosť amorfných panelov sa pohybuje v rozmedzí 7 - 9 % a pre dosiahnutie rovnakého výkonu ako u predchádzajúcich panelov preto potrebujete 2,5 x väčšiu plochu. Celoročný výnos je však až o 10 % vyšší. Dôvodom je vyššia citlivosť amorfných panelov na rozptýlené slnečné žiarenie. Napätie sa v článkoch preto udrží aj pri nižšej intenzite svitu. Amorfný kremík má ešte jednu výhodu. Jeho účinnosť s rastúcou teplotou klesá podstatne pomalšie a nedochádza tak ľahko k prehrievaniu ako u kryštalického kremíka. V letných mesiacoch je z amorfných modulov lepšia výťažnosť. [33]

4 Návrh vykurovania zvoleného rodinného domu

Aby sme mohli navrhnuť optimálny vykurovací systém, musíme poznať tepelnú stratu domu. Tepelná strata vychádza predovšetkým z konštrukcie vykurovaného objektu, tvaru objektu, klimatických podmienok, umiestnenia objektu v prostredí a jeho chránenie prostredím.

Zvolený rodinný dom, nachádzajúci sa v obci Klokočov, Rybarie. Jedná sa o stavbu z 80tých rokov 20 storočia, murovanej konštrukcie bez zateplenia. Rodinný dom má dve vykurované podlažia, vonkajšie rozmery domu sú 10 x 9 m, s výškou podlažia 2,35 m. Objekt je celý podpivničený, so sedlovou čiastočne zateplenou strechou. Súčasťou domu je záhrada o celkovej výmere 3524 m². V dome je plánovaná kompletná rekonštrukcia, ktorá bude zahŕňať zateplenie, výmenu okien, výmenu podláh, a výmenu celej vykurovacej sústavy.



Obrázek 1.43: 43 Rodinný dom a záhrada

4.1.1 Výpočet tepelnej straty

Pre výpočet tepelnej straty musíme predpokladať niekoľko zjednodušujúcich predpokladov: [4]

Rovnomerné rozloženie teploty

Tepelné straty sa počítajú pre ustálený stav

Pre dodržanie týchto predpokladov je možné počítať pre objekty:

Kde výška miestností nepresahuje 5 m

Kde sa vykuruje alebo predpokladá vykurovanie na trvalú teplotu

Teplota vzduchu je považovaná za výslednú teplotu

U slabo izolovaných objektov alebo pri zakúrení môžu nastať výrazné odchylky od teploty vzduchu a výslednej teploty, sú to zvláštne prípady.

Pri výpočtu navrhovaných tepelných strát musíme brať do úvahy tepelné straty prestupom do okolia vedením obklopujúcich konštrukcií a šírenie tepla medzi okolitými priestormi.

Do výpočtu je nutné začleniť tepelné straty vzniknuté vetraním a to šírenie tepla vetraním v rámci budovy, chceným vetraním z vonkajšieho prostredia a infiltráciou vzduchu cez plášť budovy.

Výpočtový postup pre vykurovaný priestor

Klimatické údaje

Výpočtová vonkajšia teplota, priemerná ročná vonkajšia teplota

Popis priestorov

Nevykurovaný priestor, teplota vykurovaného priestoru

Stavebné údaje

Rozmerové vlastnosti, tepelné vlastnosti

Výpočet navrhovaných tepelných strát

Plášťom budovy, nevykurovanými priestormi, vedľajšími priestormi, zeminou

Výpočet tepelnej straty budovy

Vetraním, celkovej tepelnej straty

Účinky prerušovaného kúrenia

Výpočet zátopového výkonu, výpočet navrhovaného tepelného výkonu, celkový navrhovaný tepelný výkon

4.1.2 Celková navrhovaná tepelná strata

Celková navrhovaná tepelná strata vykurovaného priestoru Φ_i sa vypočíta:

$$\Phi_i = \Phi_{T,i} + \Phi_{V,i} \quad (\text{W}) \quad (4.1)$$

$\Phi_{T,i}$ navrhovaná tepelná strata prestupom tepla vykurovaného priestoru vo wattoch

$\Phi_{V,i}$ navrhovaná tepelná strata vetraním vykurovaného priestoru vo wattoch

Navrhovaná tepelná strata prestupom tepla

$$\Phi_{T,i} = (H_{T,ie} + H_{T,iue} + H_{T,ig} + H_{T,ij}) * (\theta_{int} - \theta_e) \quad (\text{W}) \quad (4.2)$$

$H_{T,ie}$ je súčiniteľ tepelnej straty prechodom z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia plášťom budovy, vo wattoch na Kelvin (W/K)

$H_{T,iue}$ je súčiniteľ tepelnej straty prechodom z vykurovaného priestoru do vonkajšieho prostredia nevykurovaným priestorom, vo wattoch na Kelvin (W/K)

$H_{T,ig}$ je súčiniteľ tepelnej straty prechodom do zeminy z vykurovaného priestoru do zeminy v ustálenom stave, vo wattoch na Kelvin (W/K)

$H_{T,ij}$ je súčiniteľ tepelnej straty prechodom z vykurovaného priestoru do vedľajšieho priestoru vykurovaného na výrazne odlišnú teplotu, vo wattoch na Kelvin (W/K)

θ_{int} výpočtová vnútorná teplota vykurovaného priestoru, v stupňoch Celzia (°C)

θ_e výpočtová vonkajšia teplota, v stupňoch Celzia (°C)

Zjednodušený postup výpočtu je uvedený v ČSN EN 12831

Tepelné straty nevykurovaným priestorom

$$H_{T,iue} = \sum_k A_k * U_k * b_u + \sum_l \Psi_l * l_l * b_u \quad (\text{W/K}) \quad (4.3)$$

b_u je teplotný redukčný činiteľ zahrňujúci teplotný rozdiel medzi vykurovaným priestorom a vonkajšou navrhovanou teplotou.

Tepelné straty do priľahlej zeminy

$$H_{T,ig} = f_{g1} * f_{g2} * (\sum_k A_g * U_{equiv}) G_w \quad (\text{W/K}) \quad (4.4)$$

- f_{g1} korekčný činiteľ zohľadňujúci vplyv ročnej zmeny teploty
- f_{g2} teplotný redukčný činiteľ zohľadňujúci rozdiel medzi ročnou priemernou vonkajšou teplotou a výpočtovou vonkajšou teplotou.
- A_g Plocha stavebnej časti, ktorá je v kontakte so zeminou v metroch štvorcových (m^2)
- U_{equiv} ekvivalentný súčiniteľ prestupu tepla stavebných častí, vo wattoch na meter štvorcový a Kelvin ($W/m^2 \cdot K$), stanovený podľa typológie podlahy
- G_w korekčný činiteľ zohľadňujúci vplyv spodnej vody, ak je vzdialenosť medzi podlahou a predpokladanou vodnou hladinou menšia ako 1 m

Tepelné straty do alebo z priestorov s odlišnou teplotou

$$H_{T,ij} = \sum_k f_j * A_k * U_k \quad (W/K) \quad (4.5)$$

- f_j redukčný teplotný súčiniteľ, ktorý zahrňuje teplotný rozdiel daných priestorov.

Navrhovaná tepelná strata vetraním

$$\Phi_{V,i} = H_{V,i} * (\theta_{int} - \theta_e) \quad (W) \quad (4.6)$$

$$H_{V,i} = 0,34 * V_i \quad (W/K) \quad (4.7)$$

- $H_{V,i}$ výmena vzduchu vo vykurovanom priestore

- V_i množstvo vymeneného vzduchu (m^3/h)

- 0,34 je konštanta zložená z mernej tepelnej kapacity vzduchu a hustoty vzduchu

Prirodzené vetranie:

Ak nie je inštalovaná vetracia sústava je predpokladaný vstupujúci vzduch do objektu s tepelnými vlastnosťami vonkajšieho vzduchu. Tepelná strata je úmerná rozdielu teplôt.

Nútené vetranie:

Vetracia sústava privádza vzduch, ktorý môže mať iné tepelné vlastnosti ako vonkajší vzduch. To je často ovplyvnené rôznymi zariadeniami na opätovné využitie tepla, možnosťou pred ohrevu, alebo prísunom z inej miestnosti.

Hygienické minimum výmeny vzduchu

Minimálne množstvo vzduchu, ktoré musíme v miestnosti vymeniť určujú hygienické predpisy. Ak je v miestnosti zvýšená spotreba vzduchu, napríklad kvôli spaľovaniu a spotrebe vzduchu na podporu horenia, musíme zvýšiť množstvo výmeny vzduchu podľa daného spotrebiča.

Výmena vzduchu obvodovým plášťom budovy

Pri rozdielu tlaku medzi vnútorným a vonkajším prostredím dochádza k infiltrácii vzduchu obvodovým plášťom budovy. Pri výpočte sa infiltrácia plášťom budovy zanedbáva.

Priestory s prerušovaným vykurovaním

Priestory s prerušovaným vykurovaním vyžadujú po nečinnosti kúrenia v určitom čase počiatočný vykurovací tepelný výkon pre dosiahnutie požadovanej vnútornej teploty. Počiatočný vykurovací výkon závisí od akumulčných vlastností stavebných častí, teplotného rozdielu, dobe vykurovania a regulačných riadiacich systémov.

Vykurovací počiatočný výkon je možné znížiť obmedzením vetrania v dobe útlmu alebo vypnutím útlmu v najchladnejších dňoch.

Počiatočný vykurovací výkon musí byť odsúhlasený zákazníkom.

Zjednodušený postup výpočtu počiatočného vykurovacieho výkonu

Počiatočný vykurovací výkon pre nahradenie strát pri prerušení vykurovania sa počíta:

$$\Phi_{RHi} = A_i * f_{RH} \quad (W) \quad (4.8)$$

A_i podlahová plocha vykurovaného objektu

f_{RH} korekčný súčiniteľ, ktorý závisí na predpokladanom poklese teploty a dobe útlmu vo wattoch na meter štvorcový (W/m^2)

Navrhovaný tepelný výkon

Navrhovaný tepelný výkon sa vypočíta pre vykurovaný priestor, pre funkčnú časť budovy a pre celú budovu, pre stanovenie tepelného výkonu a pre nadimenzovanie vykurovacieho telesa.

Tepelný výkon celkový:

$$\Phi_{HL} = \sum \Phi_{T,i} + \sum \Phi_{V,i} + \sum \Phi_{RHi} \quad (W) \quad (4.9)$$

Výpočet tepelného výkonu pre funkčné časti budovy alebo budovu neuvažuje teplo zdieľané prestupom a vetraním vo vnútri vykurovaného objektu a funkčnej časti budovy. Pre výpočet tepelnej straty rodinného domu využijem program TechCON. [4]

Tabulka 1.11: *Tepelná strata rodinného domu*

Typ zateplenia	tepelná stráta	ročná spotreba tepla
	kW	kWh/rok
Bez zateplenia	15,4	34 200
výmena okien a dverí	13,6	30 500
zateplenie fasády, výmena okien a dverí	7,5	16 555

Tabulka 1.12: *Rozpočet zateplenia*

	materiál	práca	celkom
	kč	kč	kč
zateplenie fasády	150 000	61 000	211 000
výmena okien a dverí	55 000	13 000	68 000
celkové náklady			27 9000

4.1.3 Návrh vykurovania pre zateplený rodinný dom

Tepelná strata zatepleného rodinného domu je 7,5 kW, podrobný výpočet je v prílohe B01. Z dôvodu tepelnej pohody je pri rekonštrukcii preferované podlahové vykurovanie. Použitím akumuláčnej nádrže a zmiešavacieho ventilu môžeme teplovodné podlahové kúrenie napojiť na akýkoľvek teplovodný zdroj tepla. Zdrojom tepla bude tepelné čerpadlo v bivalentnej prevádzke s elektrickým prihrievacím zariadením, automatický kotol na uhlie, drevo splyňujúci kotol a konvektory.

Zdroje tepla:

Tepelné čerpadlo EcoPart 406 zem/voda v bivalentnej prevádzke z doplnkovou elektrickou špirálou. Regulácia tepelného čerpadla prebieha pomocou spínania a vypínania v prípade potreby. TČ má triedu účinnosti A++. Pre navrhnuté podlahové vykurovanie je potrebná výstupná teplota 45 °C, pri ktorej TČ pracuje z príkonom 1,55 kW a COP 3,54. Tepelné čerpadlo je v kombinácii z podlahovým vykurovaním. Podlahové vykurovanie je v *prílohe D01 a D02*. [35]

Kotol na uhlie s automatickým podávaním paliva EKO 12 kW v monovalentnej prevádzke, regulácia kotla 3,5-12 kW. Spotreba hnedého uhlia by mala byť približne 4t/rok. Ako palivo je výrobcom doporučené hnedé uhlie - orech 2 s kalorickou hodnotou viac ako 15 MJ/kg. Kotol je konštruovaný ako euro 5. Ako záložný zdroj v prípade výpadku elektrickej energie je odporúčaný generátorový zdroj. Kotol je napojený na ústredné vykurovanie. [38]

Drevo splyňujúci kotol DPX 15, v monovalentnej prevádzke, regulácia kotla 6-15 kW, podľa parametrov, ktoré udáva výrobca, bude ročná spotreba približne 8,3m³. Ako záložný napájací zdroj postačuje batériový systém, kotol bude v prípade úplného výpadku napájania pracovať na 70 % menovitého výkonu. Kotol je napojený na ústredné vykurovanie [37]

Elektrické konvektory, rodinný dom je možné vykurovať aj za pomoci elektrických konvektorov. Rozmiestnenie konvektorov je v *prílohe E01 a E02*. Podrobný rozpočet za inštaláciu elektrických konvektorov je v *prílohe E11* [39]

Cena za veľkoplošné teplovodné podlahové vykurovanie je 350 000 Kč podrobný zoznam je v *prílohe D11*.

Cena za systém vykurovania radiátormi je 140 000 Kč, podrobný zoznam je v *prílohe F11*, rozmiestnenie vykurovacích telies a ich napojenie je v *prílohe F01 a F02*

V prípade elektrických konvektorov je nutná investícia do novej elektroinštalácie v hodnote 110 000 Kč.

Akumulačná nádrž a zmiešavacie ventily sú odporúčané výrobcami pri teplovodnom vykurovaní, pričom je to jedna z podmienok záruky výrobcu. Schéma zapojenia vykurovania je v *prílohe G01*

Pri výbere optimálnej vykurovacej varianty využijem multikriteriálnu analýzu, metódu WSA. Vstupné hodnoty pre MCA sú uvedené v *prílohe H01*.

Tabulka 1.13: *Výsledky MCA pre zateplený rodinný dom*

Varianta	Ohodnotenie
Automatický kotol na uhlie	0,721
Drevo splyňujúci kotol	0,682
Tepelné čerpadlo	0,596
Konvektory	0,583

Podľa MCA, WSA je najvhodnejším riešením pre zateplený rodinný dom automatický kotol na uhlie, avšak je možné použiť ktorýkoľvek zdroj tepla.

4.1.4 Návrh vykurovania pre nezateplený rodinný dom

Tepelná strata nezatepleného rodinného domu je 15,4 kW, táto hodnota je príliš vysoká a nedovolí nám pri dodržaní hygienických limitov teploty podlahy využiť samostatného podlahového vykurovania. Budova bude vykurovaná systémom radiátorov. Kvôli zmenšeniu plochy radiátorov bude musieť dôjsť k zvýšeniu teploty zdroja zo 45 °C na 55 °C, to ale zapríčini výrazný pokles COP u tepelného čerpadla. Vstupná teplota 55 °C do radiátorov je pre kotly na tuhé palivo nízka, ale pre porovnanie s TČ nutná a neobmedzuje kotly na tuhé palivo.

4.1.4.1 Zdroje tepla:

Tepelné čerpadlo EcoPart 412 zem/voda v bivalentnej prevádzke s doplnkovou elektrickou špirálou. Regulácia tepelného čerpadla prebieha pomocou spínania a vypínania v prípade potreby. TČ má triedu účinnosti A++. Pre navrhnuté vykurovanie je potrebná výstupná teplota 55 °C, pri ktorej TČ pracuje s príkonom 3,7 kW a COP 2,96. Plocha plošného kolektoru 730 m². [36]

Kotol na uhlie s automatickým podávaním paliva EKO 20 kW v monovalentnej prevádzke, regulácia kotla 6 - 20 kW. Spotreba hnedého uhlia by mala byť približne 10 t/rok. Ako palivo sa odporúča hnedé uhlie - orech 2 s kalorickou hodnotou viac 15 MJ/kg. Kotol je konštruovaný ako euro 5. Ako záložný zdroj v prípade výpadku elektrickej energie je doporučený generátorový zdroj. Kotol je napojený na ústredné vykurovanie. [38]

Drevo splynujúci kotol SLX 20, v monovalentnej prevádzke, regulácia kotla 10 - 20 kW, podľa parametrov výrobcu, kde bude ročná spotreba približne 16 m³. Ako záložný napájací zdroj postačuje batériový systém, kotol môže v prípade úplného výpadku napájania pracovať na 70 % menovitého výkonu. Kotol je napojený na ústredné vykurovanie. [37]

Elektrické konvektory, rodinný dom je možné vykurovať aj za pomoci elektrických konvektorov. Rozmiestnenie konvektorov je v *prílohe I01 a I02*. Podrobný rozpočet na inštaláciu elektrických konvektorov je v *prílohe III* [39]

Cena za systém vykurovania radiátormi je 167 000 kč, podrobný zoznam je v *prílohe J11*, rozmiestnenie vykurovacích telies a ich napojenie je v *prílohe J01 a J02*

V prípade elektrických konvektorov je nutná investícia do novej elektroinštalácie v hodnote 110 000 kč.

Pri výbere optimálnej vykurovacej varianty využijem multikriteriálnu analýzu, metódu WSA. Vstupné hodnoty pre MCA sú uvedené v *prílohe K01*

Tabulka 1.14: *Výsledky MCA nezateplený rodinný dom*

Varianta	Ohodnotenie
Tepelné čerpadlo	0,596
Automatický kotol na uhlie	0,595
Konvektory	0,581
Drevo splynujúci kotol	0,553

Podľa MCA, WSA je najvhodnejším riešením pre nezateplený rodinný dom tepelné čerpadlo, avšak tu je možné použiť ktorýkoľvek zdroj tepla.

4.1.5 Výsledný návrh vykurovania

Ako vhodné riešenie vykurovania rodinného domu, je Automatický kotol na uhlie TOPMAX EKO 12. Avšak je nutné urobiť stavebné úpravy a celková investícia približne 470 tis kč. Investícia má návratnosť viac ako 22 rokov, v závislosti na údržbe a životnosti zariadení, ale aj na vývoji cien na trhu s komoditami.

Záver

Na záver mojej diplomovej práce, priblížim možné spôsoby vykurovania objektov. Venoval som sa všeobecným spôsobom vykurovania, ale rozsah jednej diplomovej práce nie je postačujúci na vyhodnotenie všetkých spôsobov vykurovania a zdrojov tepla. K danej problematike existuje široké spektrum literatúry a systémy, ktoré sú v niektorých dielach preferované sú v iných nevyhovujúce. Pri výbere vykurovacieho systému musíme brať do úvahy hlavne náš úsudok a naše požiadavky, avšak musíme dodržiavať aj zákony, nariadenia a technické normy, pričom nesmieme zabúdať ani na ochranu zdravia, majetku a prírody. V českej republike nesmieme pri výbere vykurovania zabúdať na zákon o ochrane ovzdušia č.201/2012 a všetky vykurovacie spaľovacie systémy by mali byť vyhotovené podľa požiadavkou ČSN EN 13240 a ČSN EN 13229. Pri výbere optimálneho vykurovacieho systému som použil multikriteriálnu analýzu, metódu WSA, vďaka ktorej by mal byť výsledný vykurovací systém objektívne vybraný, avšak konečná voľba je vždy na majiteľovi, respektíve investorovi. V tomto prípade bol výber optimálnej varianty posudzovaný hlavne z ekonomického hľadiska. Pri celkovej investícii do zateplenia a vykurovacieho systému, je návratnosť investície oproti súčasnému nevyhovujúcemu vykurovaciemu systému viac ako 22 rokov. Návratnosť bude ovplyvnená vývojom na trhu, ale aj životnosťou zariadení. Všeobecne predpokladaná životnosť kotlov na tuhé palivo je viac ako 15 rokov, avšak počas tejto životnosti môže nastať situácia, že kotol prestane vyhovovať z hľadiska ekologických nariadení. Pri tepelnom čerpadle, ktorého investičná cena je podstatne vyššia je návratnosť celej investície problematická. Avšak návratnosť samotného tepelného čerpadla pri porovnaní z elektrickým vykurovaním je okolo 6 rokov. Pri tejto dobe však musíme zohľadniť hlavne fakt, že nekvalitné a často lacné tepelné čerpadlá sa po ukončení záručnej doby dostávajú na hranicu životnosti svojho kompresora, ktorého výmena tvorí až polovicu investičných nákladov. Ako ďalší krok diplomovej práce je realizácia navrhnutého vykurovacieho systému, ktorá by mala prebiehať v rámci nasledujúcich 2 rokov.

Použitá literatura

- [1] HRADÍLEK, Zdeněk, Ilona LÁZNIČKOVÁ a Vladimír KRÁL. Elektrotepelná technika. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2011. ISBN 978-80-01-04938-9.
- [2] HRADÍLEK, Zdeněk. Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2008. ISBN 978-80-248-1696-8.
- [3] HRADÍLEK, Zdeněk. Elektroenergetika distribučních a průmyslových zařízení. Ostrava: VŠB-TU Ostrava ve vydavatelství Montanex, 2008. ISBN 978-80-7225-291-6.
- [4] ČSN EN 12831-1. Energetická náročnost budov: Výpočet tepelného výkonu - Část 1: Tepelný výkon pro vytápěný prostor, Modul M3-3. Praha: STU-E, 2018.
- [5] MRÁZEK, Karel, Karel ŠUSTR a Antonín JANOUŠ. Moderní vytápění bytů a rodinných domků. 2. vyd. Praha: SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1989.
- [6] ROSILLO CALLÉ, Francisco, ed. The biomass assessment handbook: bioenergy for a sustainable environment. London: Earthscan, 2007. ISBN 978-1-84407-285-9.
- [7] MURTINGER, Karel a Jiří BERANOVSKÝ. Energie z biomasy. Brno: Computer Press ; Praha, 2011. ISBN 978-80-251-2916-6.
- [8] Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012-2020: schválený vládou ČR dne 12.9.2012 pod č. j. 920/12. Praha: Ministerstvo zemědělství, 2012. ISBN isbn978-80-7434-074-1.
- [9] DUFKA, Jaroslav. Hospodárné vytápění domů a bytů. Praha: Grada Publishing, 2007. ISBN 978-80-247-2019-7.
- [10] PETRÁŠ, Dušan. Vytápění rodinných a bytových domů. Přeložil Jana FÁBRYOVÁ. Bratislava: Jaga, 2005. ISBN 80-8076-020-9.
- [11] PETRÁŠ, Dušan, Daniela KOUDELKOVÁ a Karel KABELE. Teplovodní a elektrické podlahové vytápění. Přeložil Markéta TEUCHNEROVÁ. Bratislava: Jaga, 2004. ISBN 80-88905-97-4.
- [12] LULKOVÍČOVÁ, Otília. Zdroje tepla a domovní kotelny. Přeložil Jaroslava POKORNÁ. Bratislava: Jaga, 2004. ISBN 80-8076-002-0.
- [13] ŽERAVÍK, Antonín. Stavíme tepelné čerpadlo. Kroměříž: A. Žeravík, 2003. ISBN 80-239-0275-X.

- [14] KARLÍK, Robert. Tepelné čerpadlo pro váš dům. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-2720-2.
- [15] CIHELKA, Jaromír. Solární tepelná technika. Praha: T. Malina, 1994. ISBN 80-900759-5-9.
- [16] MURTINGER, Karel, Jiří BERANOVSKÝ a Milan TOMEŠ. Fotovoltaika: elektřina ze slunce. Praha: EkoWATT ; Brno, 2007. ISBN 978-80-7366-100-7.
- [17] POULEK, Vladislav a Martin LIBRA. Solar energy: photovoltaics - promising trend for today and close future. Přeložil Zdeněk PRÁŠIL. Prague: CUA, 2006. ISBN 80-213-1489-3.
- [18] POČINKOVÁ, Marcela. Podlahové a stěnové vytápění, stropní chlazení. Vyd. 2. Brno: Computer Press, 2009. ISBN 978-80-251-2746-9.
- [19] Sborník vybraných přednášek konference Snižování energetické náročnosti budov: --minimalizace energetických nároků budov- : Ostrava, září 2002. Ostrava: Dům techniky [Ostrava], 2002. ISBN 80-02-01508-8.
- [20] BAŠTA, Jiří. Otopné plochy - otopná tělesa. 2. přepracované vydání. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2016. ISBN 978-80-01-05943-2.
- [21] HOHMAN, John. HVACR 401: [heat pumps. Clifton Park: Delmar Cengage Learning, c2012. ISBN 978-1-4283-4002-2.
- [22] Výhrevnost. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 1. 7. 2017 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <https://sk.wikipedia.org/wiki/V%C3%BDhrevnos%C5%A5>
- [23] Stěnové teplovodní vytápění [online]. IVAR CS spol. s r.o, 3.12.2012 [cit. 2018-02-22]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/9350-stenove-teplovodni-vytapani>
- [24] Chytré a zdravé topení pomocí infra topných fólií [online]. IVAR CS spol. s r.o, 17.10.2017 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/121973-chytre-a-zdrave-topeni-pomoci-infra-topnych-folii>
- [25] Základní zásady návrhu plošného zemního kolektoru pro tepelné čerpadlo země/voda [online]. 29.7.2013 [cit. 2017-11-21]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/10178-zakladni-zasady-navrhu-plosneho-zemniho-kolektoru-pro-tepelne-cerpadlo-zeme-voda>
- [26] Jak fungují plošné zemní kolektory pro tepelná čerpadla v praxi? [online]. Asociace pro využití tepelných čerpadel, 15.6.2009 [cit. 2018-01-09]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tepelna-cerpadla/5719-jak-funguji-plosne-zemni-kolektory-pro-tepelna-cerpadla-v-praxi>

- [27] Čím kúriť? Výber správneho vykurovania je najdôležitejší [online]. Urob si sám, 30.11.2015 [cit. 2018-10-29]. Dostupné z: <https://urobsisam.zoznam.sk/dom/vykurovanie/cim-kurit-vyber-spravneho-vykurovania-je-najdolezitejsi>
- [28] Krby, ktoré nepotrebujú komín. Biolíh vás zahreje a zlepši náladu [online]. 10.11.2013 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: https://bydleni.idnes.cz/krb-na-biolih-c9x/-dum_osobnosti.aspx?c=A131109_150917_dum_osobnosti_rez
- [29] Bio krby aneb krby bez komína [online]. 23.11.2013 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <http://vytapani-klimatizace.bydleniprokazdeho.cz/voda-plyn-a-topeni/bio-krby-krby-bez-komina>
- [30] Jak vybrat elektrický krb: [online]. [cit. 2018-01-14]. Dostupné z: <http://www.certuvkrb.cz/content/14-jak-vybrat-elektricky-krb>
- [31] Ing. Daniela Očipová. Teplá voda a jej hygienické zabezpečenie [online]. Katedra teórie a techniky prostredia budov, Ústav budov a prostredia, SvF TU v Košiciach, 28.4.2008 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/4818-tepla-voda-a-jej-hygienicke-zabezpecenie>
- [32] Příprava teplej úžitkovej vody [online]. [cit. 2018-02-17]. Dostupné z: <http://www.oplyne.info/case-studies/modelovy-priklad-priprava-teplej-uzitkovej-vody/>
- [33] Aké sú rozdiely v solárnych paneloch [online]. [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <http://www.solarne.sk/ake-su-rozdiely-v-solarnych-paneloch/p36>
- [34] Tepelná čerpadla [online]. Regulus [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: <https://www.regulus.cz/cz/tepelna-cerpadla-katalog>
- [35] Tepelné čerpadlo EcoPart 406 [online]. R E G U L U S spol. s r.o., 5.12.2017 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_ep406.pdf
- [36] Tepelné čerpadlo EcoPart 406 [online]. R E G U L U S spol. s r.o., 6.12.2017 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z: https://www.regulus.cz/download/tech-listy/cz/tl_cz_technicky-list_ep412.pdf
- [37] DREVOSPLYŇOVACIE KOTLY ATTACK® SLX, DPX, DP: STANDARD / PROFI / LAMBDA TOUCH / COMBI PELLET [online]. ATTACK, s.r., 6.12.2017 [cit. 2018-01-05]. Dostupné z: http://www.attack.sk/public/media/8953/DK374_Prospekt_SLX-DPX-DP_SK_03_2017_A4_web.pdf
- [38] KOTEL NA UHLÍ S AUTOMATICKÝM PODÁVANÍM PALIVA [online]. TOPMAX, 6.12.2017 [cit. 2018-03-29]. Dostupné z:

https://www.azkotel.sk/fotky9748/fotov/_ps_160navod_topmax_eko_rev4_2014.pdf

- [39] Viessmann konvektory [online]. Viessmann [cit. 2018-02-16]. Dostupné z: <https://www.viessmann.sk/sk/informacie-pre/rebrikovy-radiator-a-ine-typy-vykurovacich-telies.html>
- [40] Zemní plošný kolektor a jeho instalace [online]. GEROTop [cit. 2018-03-30]. Dostupné z: <http://www.gerotop.cz/instalace-plosneho-kolektoru>
- [41] Energetická náročnosť domu [online]. NED Atelier, 2014 [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.nedatelier.sk/blog/energeticka-narocnost-domu>
- [42] NÁVRH ENERGETICKY ÚSPORNEJ POLYFUNKČNEJ BUDOVY S ALTERNATÍVNÝMI ZDROJMI ENERGIE [online]. Žilinská univerzita v Žiline Stavebná fakulta, 2012 [cit. 2018-04-04]. Dostupné z: <http://www.fsv.cvut.cz/svoc/2012/vysledky/p2.pdf>. Študentská vedecká odborná činnosť. Vedúci práce Doc. Ing. Pavol Ďurica, CSc.
- [43] , Ing. Jan Novák. Výhřevnosti paliv. TZB-info [online]. [cit. 2018-04-10]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/11-vyhrevnosti-paliv>

Zoznam obrázkov

Obrázek 1.1:	1 Denný diagram zataženia siete.....	- 3 -
Obrázek 1.2:	2 Prevedenie akumulčných ohrievačov	- 4 -
Obrázek 1.3:	3 Rez akumulčného podlahového vykurovania	- 5 -
Obrázek 1.4:	4 cirkulacia vzduchu v miestnosti.....	- 6 -
Obrázek 1.5:	5 prierez podlahy pri použití vyhrevných káblou	- 7 -
Obrázek 1.6:	6 uloženie infrafólie do podlahy.....	- 8 -
Obrázek 1.7:	7 Stenové vykurovanie	- 9 -
Obrázek 1.8:	8 stropný sálavý žiarič.....	- 10 -
Obrázek 1.9:	9 elektródový kotol	- 11 -
Obrázek 1.10:	10 závislosť elektrického výkonu elektródového kotla na teplote.....	- 11 -
Obrázek 1.11:	11 Princíp splynovacieho kotla	- 13 -
Obrázek 1.12:	12 Zavislosť výhrevnosti na vlhkosti biomasy	- 14 -
Obrázek 1.13:	13 cyklus biomasy	- 15 -
Obrázek 1.14:	14 šírenie tepla v miestnosti	- 18 -
Obrázek 1.15:	15 tepelná pohoda	- 19 -
Obrázek 1.16:	16 porovnanie tepelných strát objektov z rovnakým objemom	- 20 -
Obrázek 1.17:	17 Tepelné straty objektu	- 20 -
Obrázek 1.18:	18 tepelné straty domu v závislosti na umiestnení	- 21 -
Obrázek 1.19:	19 tepelné straty domu spôsobené vetrom	- 21 -
Obrázek 1.20:	20 pasívne využitie solárnej energie	- 21 -
Obrázek 1.21:	21 Plochý solárny kolektor.....	- 23 -
Obrázek 1.22:	22 Trubicový solárny kolektor.....	- 23 -
Obrázek 1.23:	23 princíp funkcie tepelného čerpadla	- 26 -
Obrázek 1.24:	24 princíp vykurovacieho faktoru tepelného čerpadla	- 27 -
Obrázek 1.25:	25 Tepelné čerpadlo typu vzduch – voda	- 28 -
Obrázek 1.26:	26 príklad jednej vetvy rozdeľovača	- 30 -
Obrázek 1.27:	27 Tepelné čerpadlo s plošným kolektorom	- 31 -
Obrázek 1.28:	28 Uloženie plošného kolektora	- 32 -
Obrázek 1.29:	29 Tepelné čerpadlo s geotermálnym vrtom	- 33 -
Obrázek 1.30:	30 Tepelné čerpadlo s využitím povrchovej vody	- 33 -
Obrázek 1.31:	31 Tepelné čerpadlo s využitím podzemných vod	- 34 -
Obrázek 1.32:	32 Schéma tepelného čerpadla v monovalentnej prevádzke	- 35 -
Obrázek 1.33:	33 Schéma tepelného čerpadla v monoenergetickej prevádzke s ohrievačom ...	- 35 -
Obrázek 1.34:	34 Schéma tepelného čerpadla v bivalentnej prevádzke	- 36 -
Obrázek 1.35:	35 Určenie bodu bivalencie	- 37 -
Obrázek 1.36:	36 Tepelný gradient pri paralelnom potrubí.....	- 42 -
Obrázek 1.37:	37 Tepelný gradient pri jednom dlhom potrubí.....	- 43 -
Obrázek 1.38:	38 Optické straty na kolektore z dvomi kryciami sklami	- 45 -

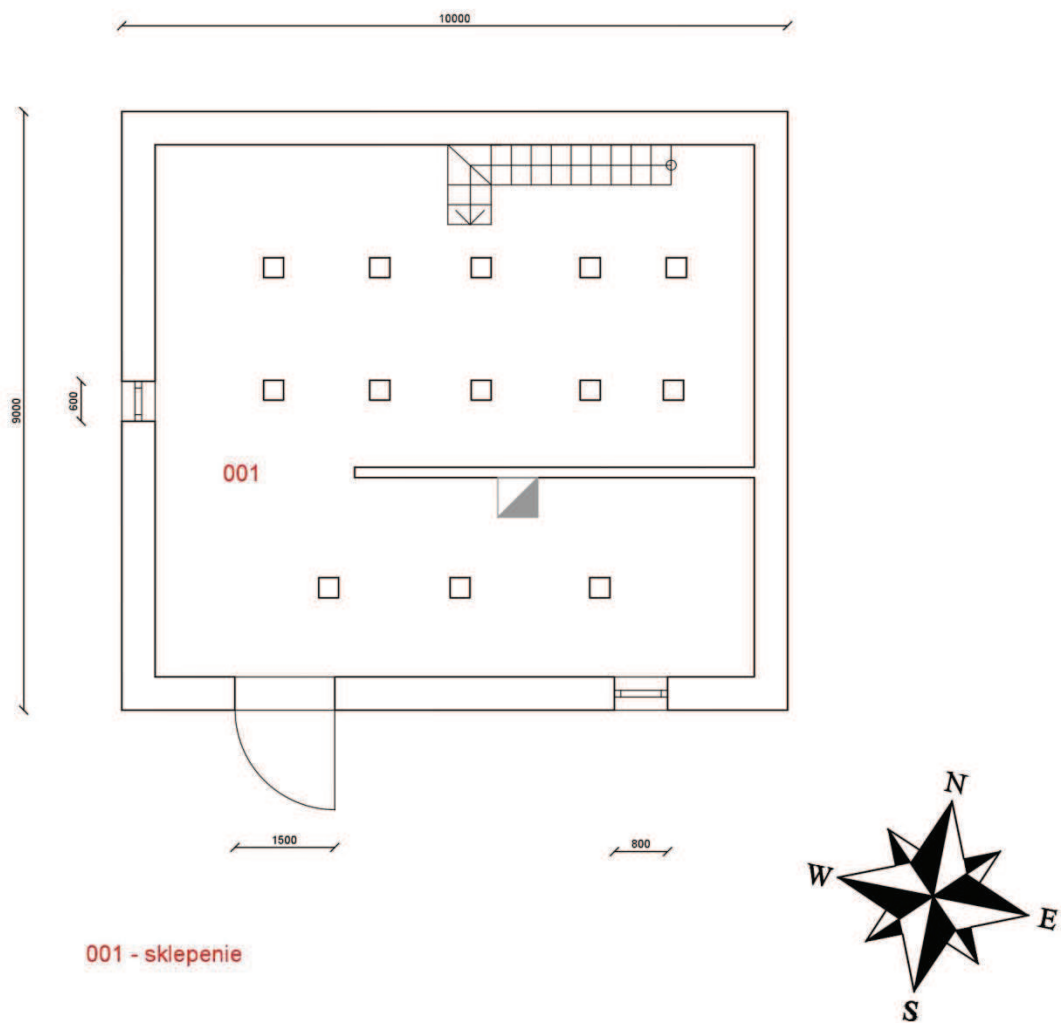
Obrázek 1.39:	39 Základné typy kolektorov podľa stupňa koncentrácie slnečného žiarenia ... - 47 -
Obrázek 1.40:	40 Priamy a nepriamy ohrev vody v kolektorovom okruhu.....- 53 -
Obrázek 1.41:	41 kolektorový okruh z prirodzeným a núteným obehom teplonosnej látky - 53 -
Obrázek 1.42:	42 Kolektorový okruh so zabezpečovacím zariadením.....- 54 -
Obrázek 1.43:	43 Rodinný dom a záhrada.....- 59 -

Zoznam tabuliek

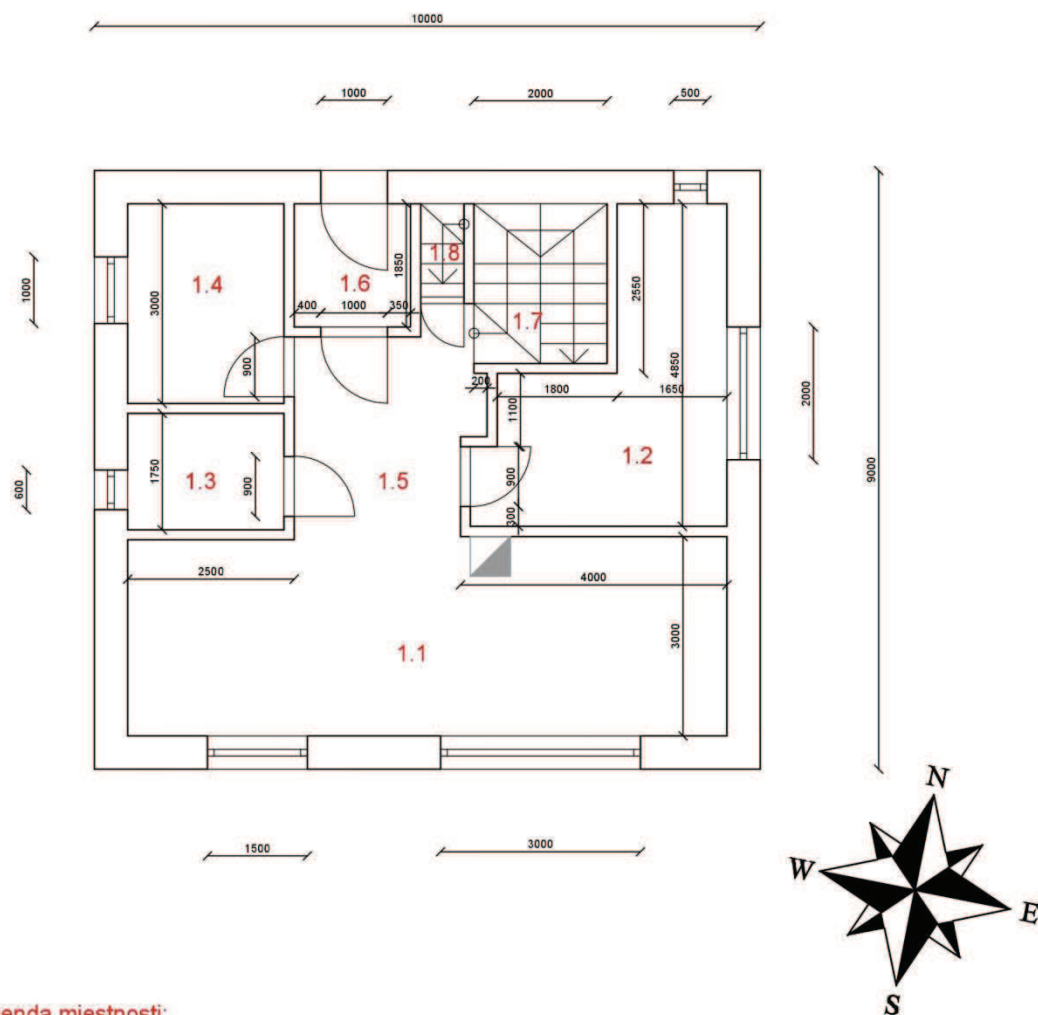
Tabulka 1.1:	<i>Enegetický potenciál biomasy v ČR.....</i>	<i>- 14 -</i>
Tabulka 1.2:	<i>Výhrevnosť palív</i>	<i>- 16 -</i>
Tabulka 1.3:	<i>Výpočtová vnútorná teplota</i>	<i>- 19 -</i>
Tabulka 1.4:	<i>Merný výkon pôdy</i>	<i>- 30 -</i>
Tabulka 1.5:	<i>Tepelná strata rodinného domu</i>	<i>- 38 -</i>
Tabulka 1.6:	<i>Podklady pre multikriteriálnu analýzu.....</i>	<i>- 39 -</i>
Tabulka 1.7:	<i>Podklady pre výber.....</i>	<i>- 39 -</i>
Tabulka 1.8:	<i>Vyhodnotenie optimálnej varianty.....</i>	<i>- 40 -</i>
Tabulka 1.9:	<i>Reflexná schopnosť kolektorov.....</i>	<i>- 45 -</i>
Tabulka 1.10:	<i>účinnosť kolektora a energia zachytená plochou 1 m² solárneho kolektoru-</i>	<i>51</i>
<i>-</i>		
Tabulka 1.11:	<i>Tepelná strata rodinného domu</i>	<i>- 64 -</i>
Tabulka 1.12:	<i>Rozpočet zateplenia.....</i>	<i>- 64 -</i>
Tabulka 1.13:	<i>Výsledky MCA pre zateplený rodinný dom.....</i>	<i>- 65 -</i>
Tabulka 1.14:	<i>Výsledky MCA nezateplený rodinný dom</i>	<i>- 66 -</i>

Zoznam príloh

<i>Príloha A 01</i>	Pôdorys -1. pp	-77-
<i>Príloha A 02</i>	Pôdorys 1. np	-78-
<i>Príloha A 03</i>	Pôdorys 2. np	-79-
<i>Príloha A 04</i>	Pôdorys strecha	-80-
<i>Príloha B 01</i>	Tepelná strata zatepleného rodinného domu, výstup z programu TechCON	81-87
<i>Príloha C 01</i>	Výkop plošného kolektora	-88-
<i>Príloha C 02</i>	Umiestnenie plošného kolektora	A2
<i>Príloha D 01</i>	Podlahové vykurovanie 1. np	A3
<i>Príloha D 02</i>	Podlahové vykurovanie 2. Np	A3
<i>Príloha D 11</i>	Rozpočet podlahového vykurovania zateplený RD	-89-
<i>Príloha E 01</i>	Konvektorové vykurovanie 1. np, zateplený RD	-90-
<i>Príloha E 02</i>	Konvektorové vykurovanie 2. np, zateplený RD	-91-
<i>Príloha E 11</i>	Rozpočet konvektorov pre zateplený RD	-92-
<i>Príloha F 01</i>	Rozmiestnenie radiátorov pre zateplený RD	-93-
<i>Príloha F 02</i>	Rez vykurovania radiátorov pre zateplený RD	A2
<i>Príloha F 11</i>	Rozpočet vykurovania radiátormi pre zateplený RD	-94-
<i>Príloha G 01</i>	Zapojenie kotolne	A3
<i>Príloha H 01</i>	Vstupné hodnoty MCA pre zateplený RD	-95-
<i>Príloha I 01</i>	Konvektorové vykurovanie 1. np, nezateplený RD	-96-
<i>Príloha I 02</i>	Konvektorové vykurovanie 2. np, nezateplený RD	-97-
<i>Príloha I 11</i>	Rozpočet konvektorov pre nezateplený RD	-98-
<i>Príloha J 01</i>	Rozmiestnenie radiátorov pre nezateplený RD	-99-
<i>Príloha J 02</i>	Rez vykurovania radiátorov pre nezateplený RD	A2
<i>Príloha J 11</i>	Rozpočet vykurovania radiátormi pre nezateplený RD	-100-
<i>Príloha K 01</i>	Vstupné hodnoty MCA pre nezateplený RD	-101-
<i>Príloha L 01</i>	Tabuľka výhrevnosti tuhých palív	-102-



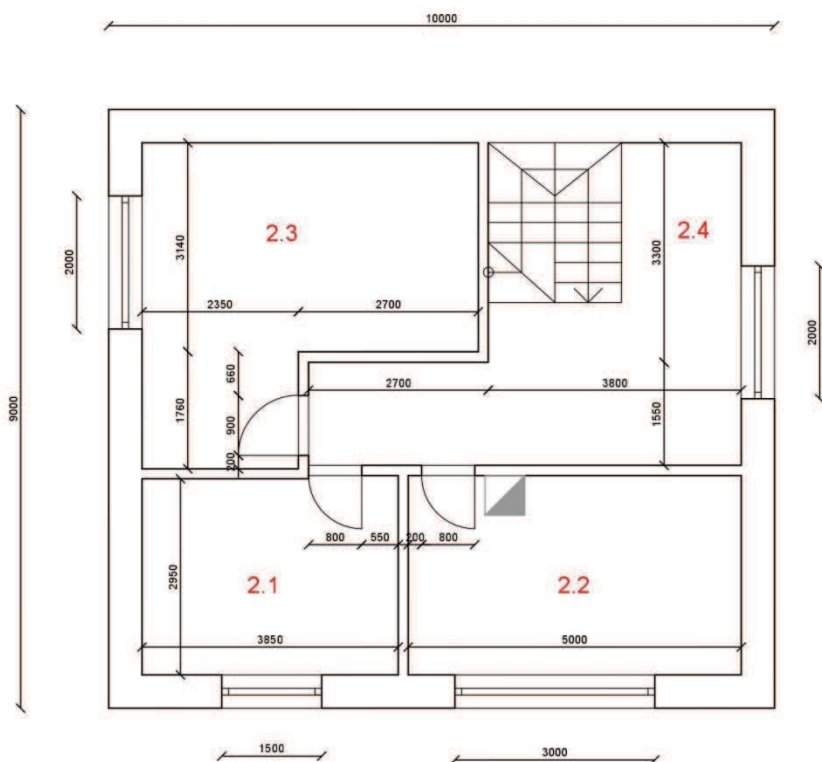
Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy	Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha A Výkres č.01
Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg
Měřitko -	Kreslil Marián Smažák	Schválil		Změna			Datum	Podpis
	Navrhl	Vyr. referent						
	Přezkoušel	Datum 25.3.2018						
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ - 1. PP		Starý výkres		Nový výkres		
		Název Rodinný dom						



Legenda miestností:

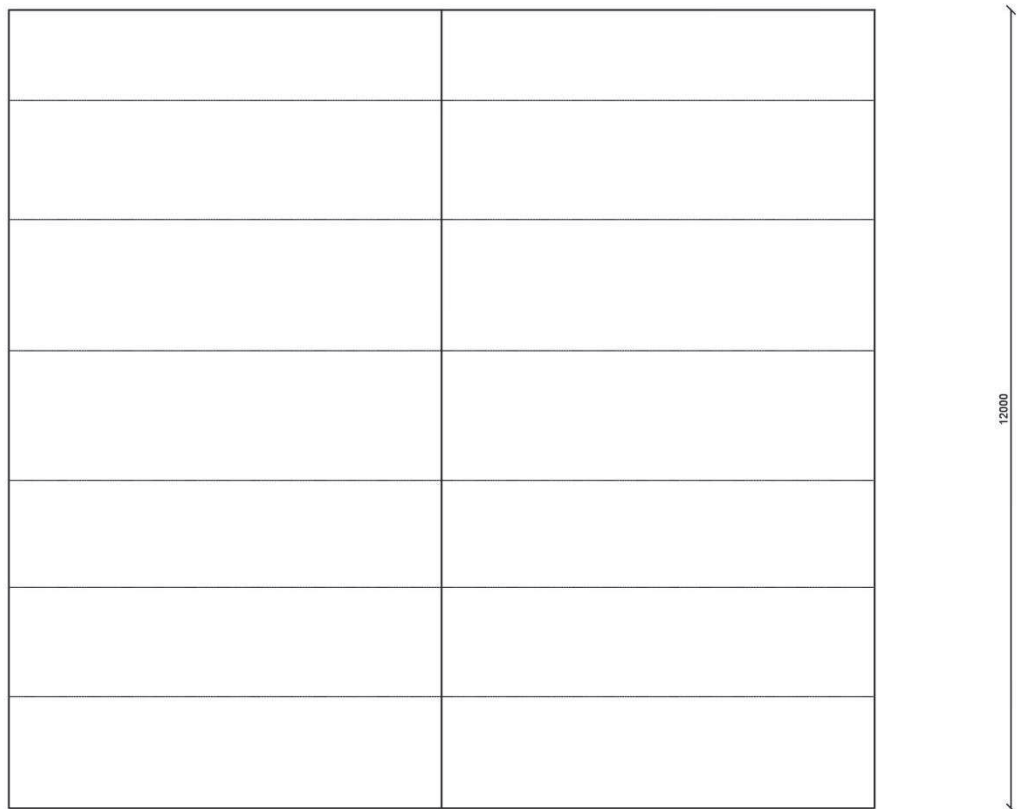
- 1.1 - Obývacia izba a kuchyňa
- 1.2 - Spálňa
- 1.3 - WC
- 1.4 - Kúpeľňa
- 1.5 - Chodba 1. NP
- 1.6 - Predsieň
- 1.7 - Schodište do 2. NP
- 1.8 - Schodište do -1. PP

Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy		Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha A Výkres č.02	
Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg		
Měřitko -	Kreslil Marián Smažák		Schválil		Změna			Datum	Podpis	d
	Navrhl		Výr. referent							c
	Přezkoušel		Datum 25.3.2018							b
										a
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ 1. NP			Starý výkres		Nový výkres			
		Název Rodinný dom								

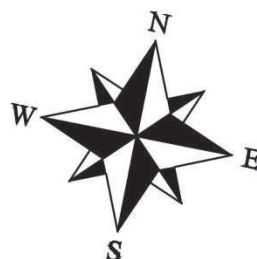


Legenda miestnosti:
 2.1 - Izba
 2.2 - Izba
 2.3 - Izba
 2.4 - Chodba 2.NP

Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy		Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha A Výkres č.03
Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg	
Měřitko -	Kreslil: Marián Smažák		Schválil		Změna		Datum	Podpis	d
	Navrhl		Výr. referent						c
	Přezkoušel		Datum: 25.3.2018						b
									a
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ: 2. NP			Starý výkres		Nový výkres		
		Název Rodinný dom							



6500 6500



Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy		Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha A Výkres č.04
Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg	
Měřitko	Kreslil Marián Smažák		Schválil		Změna	Datum		Podpis	d
-	Navrhl		Vyr. referent						c
	Přezkoušel		Datum 25.3.2018						b
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ Střecha		Název Rodinný dom		Starý výkres		Nový výkres	

Firma:

Datum: 22.2.2018

Projektant: Marian

Stavba: DP

Misto: Klokočov

Príloha B01/1

Výpočet budovy

θ_e = -15 °C θ_{m,e} = 4 °C

č.m.	Účel místnosti	θ _{int,i} [°C]	A _i [m²]	V _i [m³]	ξ _i [-]	V' _{inf,i} [m³/h]	V' _{su,i} [m³/h]	θ _{su} [°C]	V' _{ex,i} [m³/h]	V' _{mech,inf} [m³/h]	V' _{su,sm} [m³/h]	V _i [m³/h]	n	n _{min}	V _{min,i} [m³/h]	V' _{i,v} [m³/h]	Φ _{Vi} [W]	Φ _{T,i} [W]	f _{h,i} [-]	Φ _{RH,i} [W]	Φ _{HL,i} [W]
-1.1	Sklep	2.6	71.60	164.69	1.00	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	82.3	82.3	492	-492	1.0	0	0
odkrov	podkrovie	-3.7	72.36	91.62	1.00	36.6	-	-	-	-	-	36.6	0.4	0.5	45.8	45.8	177	-177	1.0	0	0
1.1	Obývací poko	20.0	27.06	62.24	1.00	37.3	-	-	-	-	-	37.3	0.6	0.5	31.1	37.3	444	893	1.0	244	1581
1.2	Ložnice	20.0	12.62	29.03	1.00	17.4	-	-	-	-	-	17.4	0.6	0.5	14.5	17.4	207	353	1.0	114	674
1.3	WC	20.0	4.12	9.49	1.00	3.8	-	-	-	-	-	3.8	0.4	0.5	4.7	4.7	56	12	1.0	54	122
1.4	Koupelna	24.0	7.04	16.19	1.00	6.5	-	-	-	-	-	6.5	0.4	0.5	8.1	8.1	107	769	1.0	63	940
1.5	Chodba	20.0	8.42	19.37	1.00	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	9.7	9.7	115	549	1.0	51	715
1.6	Předsíň	15.0	3.24	7.45	1.00	3.0	-	-	-	-	-	3.0	0.4	0.5	3.7	3.7	38	218	1.0	42	298
1.7	Schodiště do	20.0	4.74	10.90	1.00	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	5.5	5.5	65	369	1.0	43	477
1.8	Schodiště do	10.0	0.88	2.02	1.00	0.0	-	-	-	-	-	0.0	0.0	0.5	1.0	1.0	9	-161	1.0	0	-152
2.1	Pokoj	20.0	11.43	26.28	1.00	10.5	-	-	-	-	-	10.5	0.4	0.5	13.1	13.1	156	258	1.0	103	517
2.2	Pokoj	20.0	15.10	34.74	1.00	13.9	-	-	-	-	-	13.9	0.4	0.5	17.4	17.4	207	373	1.0	136	716
2.3	Pokoj	20.0	19.99	45.98	1.00	18.4	-	-	-	-	-	18.4	0.4	0.5	23.0	23.0	274	382	1.0	180	836
2.4	Chodba	20.0	22.63	52.05	1.00	20.8	-	-	-	-	-	20.8	0.4	0.5	26.0	26.0	310	380	1.0	204	893
Spolu :			281.23	572.02			0.00		0.00	0.00											

Φ_T - Součet tepelných ztrát přechodem tepla všech vytápěných prostorů
(mimo tepla šířícího se uvnitř budovy - např. tepelné ztráty mezi jednotlivými byty)

Φ_V - Tepelné ztráty větráním všech vytápěných prostorů
($\dot{Q}_{Vi} = 0.5 \cdot \dot{Q}_{Vinf,i} + \dot{Q}_{Vsu,i} \cdot f_{vi} + \dot{Q}_{Vsu,sm} \cdot f_{v,sm} + \dot{Q}_{Vmech,inf,i}$)

Φ_{RH} - Součet tepelných příkonů na zátop všech vytápěných prostorů
potřebný na vyrovnání vlivu přerušovaného vytápění

Φ_{HL} - Projektovaný tepelný příkon pro celou budovu

Φ_T = 3726 W

Φ_V = 2549 W

Φ_{RH} = 1232 W

Φ_{HL} = 7506 W

Firma:
 Datum: 22.2.2018
 Projektant: Marian

Stavba: DP
 Misto: Klokočov

Výpočet miestnosti: -1.1 - Sklep - Nevytápěný prostor

$\theta_{int,i} = 2.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_e = -15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_i = 71.60\text{ m}^2$ $V_i = 164.69\text{ m}^3$ $f_{q1} = 1.45$ $G_{WV} = 1.00$ $A_g = 66.70\text{ m}^2$ $P = 0.00\text{ m}$ $B = 0.00\text{ m}$

Teplenné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU _{tb} [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,k} [W/K]	Φ _{T,k} [W]
BETOŇ	500	9.00	2.50	22.50	1	0.00	22.50	1.513	-	0.000	1.00	0.753	2.6	3.8	-1.2	Zemina	-1.6	-29
OKNO	-	0.60	0.30	0.18	-	-	0.18	1.300	-	0.000	1.00	-	0.0	3.8	-3.8	Zemina	0.0	0
BETOŇ	500	10.00	2.50	25.00	-	-	25.00	1.513	-	0.000	1.00	0.753	2.6	3.8	-1.2	Zemina	-1.9	-33
BETOŇ	500	8.96	2.50	22.40	-	-	22.40	1.513	-	0.000	1.00	0.753	2.6	3.8	-1.2	Zemina	-1.6	-29
BETOŇ	500	9.96	2.50	24.90	2	0.00	24.90	1.513	-	0.000	1.00	0.753	2.6	3.8	-1.2	Zemina	-1.9	-33
OKNO	-	0.80	0.30	0.24	-	-	0.24	1.300	-	0.000	1.00	-	0.0	3.8	-3.8	Zemina	0.0	0
DVERĚ	-	1.50	2.00	3.00	-	-	3.00	2.597	-	0.000	1.00	-	0.0	3.8	-3.8	Zemina	0.0	0
STROŤ	0	4.85	3.85	12.62	-	-	12.62	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	-2.8	-50
STROŤ	0	2.36	1.76	4.12	-	-	4.12	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	-0.9	-16
STROŤ	0	3.00	2.35	7.04	-	-	7.04	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	24.0	-21.4	Vytápěný interiér	-1.9	-34
STROŤ	0	3.50	2.90	8.42	-	-	8.42	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	-1.9	-33
STROŤ	0	1.85	1.75	3.24	-	-	3.24	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	15.0	-12.4	Vytápěný interiér	-0.5	-9
STROŤ	0	1.35	0.65	0.88	-	-	0.88	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	10.0	-7.4	Vytápěný interiér	-0.1	-1
STROŤ	0	3.50	2.90	8.42	-	-	8.42	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	-1.9	-33
STROŤ	0	2.95	0.00	0.00	-	-	0.00	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	0.0	0
STROŤ	0	3.00	0.00	0.01	-	-	0.01	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	0.0	0
STROŤ	0	0.92	0.20	0.09	-	-	0.09	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	0.0	0
PODLA	0	9.04	8.00	66.70	-	-	66.70	3.546	-	0.000	1.00	0.737	2.6	3.8	-1.2	Zemina	-4.9	-86
STROŤ	0	8.92	2.94	25.98	-	-	25.98	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	-5.9	-103
STROŤ	0	9.00	2.95	0.78	-	-	0.78	0.229	-	0.229	1.00	-	2.6	20.0	-17.4	Vytápěný interiér	-0.2	-3
Spolu :																	-27.98	-492

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :
Φ_{T,i} = -492 W Tepelní mosty: 0.0 W
Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :
H_{T,i} = -28.0 W/K - celková
H_{T,ie} = 0.0 W/K - přímo do exteriéru
H_{T,iue} = 0.0 W/K - přes nevytápěný prostor
H_{T,ia} = -16.0 W/K - z/do vytápěných prostorů
H_{T,iqe} = -11.9 W/K - přes zeminu
V_{inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ζ_i
V_{su,sm} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}
V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepelná ztráta větráním :
Φ_{V,i} = 492 W V_{i,v} = 82.3 m³/h
Objemový tok infiltrací : Nucené větrání : NE
V_{inf,i} = 0.0 m³/h V_{su,i} = - m³/h
n₅₀ = 10.0 1/h θ_{su,i} = - °C
e_i = 0.00 1/h V_{ex,i} = - m³/h
ζ_i = 1.0 V_{mech,inf,i} = - m³/h
V_{su,sm} = - m³/h
V_{min} = 82.3 m³/h <= V_i = 0.0 m³/h
n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.0 1/h

Tepelný příkon na zátap :
Φ_{RH,i} = 0 W
f_{RH} = - W/m²
Tepelné zisky:
Φ_{HG,i} = 0 W
Projektovaný tepelný příkon :
Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{RH} + Φ_{RH,i} - Φ_{HG,i}
f_{HL} = 1.0 pro výšku > 5m
Φ_{HL,i} = 0 W

Výpočet místnosti: .podkrovie - podkrovie - Nevytápěný prostor

$\theta_{int,i} = -3.7\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_e = -15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_i = 72.36\text{ m}^2$ $V_i = 91.62\text{ m}^3$ $f_{q1} = 1.45$ $G_{WV} = 1.00$ $A_g = 72.36\text{ m}^2$ $P = 36.00\text{ m}$ $B = 4.02\text{ m}$

Teplenné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU _{tb} [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,k} [W/K]	Φ _{T,k} [W]
OBVOI	740	9.00	2.50	12.35	1	0.25	12.10	0.120	0.050	0.170	1.00	-	-3.7	-15.0	11.3	Exteriér	2.1	24
OKNO	-	0.50	0.50	0.25	-	-	0.25	1.300	0.500	1.800	1.00	-	-3.7	-15.0	11.3	Exteriér	0.5	6
OBVOI	740	9.00	2.50	12.35	-	-	12.35	0.120	0.050	0.170	1.00	-	-3.7	-15.0	11.3	Exteriér	2.1	24
OBVOI	740	9.00	0.37	3.29	-	-	3.29	0.120	0.050	0.170	1.00	-	-3.7	-15.0	11.3	Exteriér	0.6	7
OBVOI	740	9.01	0.16	1.43	-	-	1.43	0.120	0.050	0.170	1.00	-	-3.7	-15.0	11.3	Exteriér	0.3	3
PODLA	0	3.85	3.00	11.43	-	-	11.43	0.316	-	0.316	1.00	-	-3.7	20.0	-23.7	Vytápěný interiér	-7.5	-85
PODLA	0	5.02	3.04	15.10	-	-	15.10	0.316	-	0.316	1.00	-	-3.7	20.0	-23.7	Vytápěný interiér	-9.9	-112
PODLA	0	5.05	4.90	19.99	-	-	19.99	0.316	-	0.316	1.00	-	-3.7	20.0	-23.7	Vytápěný interiér	-13.1	-149
PODLA	0	6.50	4.85	22.61	-	-	22.61	0.316	-	0.316	1.00	-	-3.7	20.0	-23.7	Vytápěný interiér	-14.9	-169
PODLA	0	9.00	8.04	3.24	-	-	3.24	0.316	-	0.316	1.00	-	-3.7	20.0	-23.7	Vytápěný interiér	-2.1	-24
STREC	0	7.94	5.25	45.63	-	-	45.63	0.332	-	0.332	1.00	-	-3.7	-15.0	11.3	Exteriér	15.2	172
STREC	0	7.94	3.65	33.37	-	-	33.37	0.332	-	0.332	1.00	-	-3.7	-15.0	11.3	Exteriér	11.1	126
Spolu :																	-15.61	-177

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :
Φ_{T,i} = -177 W Tepelní mosty: 18.0 W
Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :
H_{T,i} = -15.6 W/K - celková
H_{T,ie} = 31.9 W/K - přímo do exteriéru
H_{T,iue} = 0.0 W/K - přes nevytápěný prostor
H_{T,ia} = -47.5 W/K - z/do vytápěných prostorů
H_{T,iqe} = 0.0 W/K - přes zeminu
V_{inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ζ_i
V_{su,sm} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}
V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepelná ztráta větráním :
Φ_{V,i} = 177 W V_{i,v} = 45.8 m³/h
Objemový tok infiltrací : Nucené větrání : NE
V_{inf,i} = 36.6 m³/h V_{su,i} = - m³/h
n₅₀ = 10.0 1/h θ_{su,i} = - °C
e_i = 0.02 1/h V_{ex,i} = - m³/h
ζ_i = 1.0 V_{mech,inf,i} = - m³/h
V_{su,sm} = - m³/h
V_{min} = 45.8 m³/h <= V_i = 36.6 m³/h
n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.4 1/h

Tepelný příkon na zátap :
Φ_{RH,i} = 0 W
f_{RH} = - W/m²
Tepelné zisky:
Φ_{HG,i} = 0 W
Projektovaný tepelný příkon :
Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{RH} + Φ_{RH,i} - Φ_{HG,i}
f_{HL} = 1.0 pro výšku > 5m
Φ_{HL,i} = -0 W

Výpočet místnosti: 1.1 - Obývací pokoj a kuchyňa -

$\theta_{int,i} = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_e = -15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_i = 27.06\text{ m}^2$ $V_i = 62.24\text{ m}^3$ $f_{q1} = 1.45$ $G_{WV} = 1.00$ $A_g = 26.21\text{ m}^2$ $P = 16.45\text{ m}$ $B = 3.19\text{ m}$

Teplenné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otvorů [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k [W/m ² K]	ΔU _{tb} [W/m ² K]	U _{kc} [W/m ² K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m ² K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,k} [W/K]	Φ _{T,k} [W]
OBVOI	740	2.95	2.50	7.38	-	-	7.38	0.120	0.050	0.170	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	1.3	44
OBVOI	740	3.00	2.50	7.50	1	1.95	5.55	0.120	0.050	0.170	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	1.0	34
OKNO	-	1.50	1.30	1.95	-	-	1.95	1.300	0.500	1.800	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.5	123
OBVOI	740	0.04	2.50	0.10	-	-	0.10	0.120	0.050	0.170	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.0	1

Príloha B01/3

Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

<p>Projekovaná tepelná ztráta přechodem tepla : $\Phi_{Ti} = 893 \text{ W}$ Tepelní mosty: 249.6 W Měrná tepelná ztráta přechodem tepla : $H_{Ti} = 25.5 \text{ W/K}$ - celková $H_{Tie} = 19.4 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru $H_{Tise} = 6.1 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor $H_{Tis} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů $H_{Tiq} = 0.0 \text{ W/K}$ - přes zeminu $V_{inf,i} = 2 \cdot V_i \cdot n_{50} \cdot e_i \cdot \xi_i$ $V'_{su,sm} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$ $V'_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$</p>	<p>Projekovaná tepelná ztráta větráním : $\Phi_{Vi} = 444 \text{ W}$ Objemový tok infiltrací : $V_{inf,i} = 37.3 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{50} = 10.0 \text{ 1/h}$ $e_i = 0.03 \text{ 1/h}$ $\xi_i = 1.0$ $V_{min} = 31.1 \text{ m}^3/\text{h} \leq V'_i = 37.3 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} \leq n = 0.6 \text{ 1/h}$</p>	<p>Tepelný příkon na zátop : $\Phi_{RH,i} = 244 \text{ W}$ Nucené větrání : NE $f_{RH} = 9.00 \text{ W/m}^2$ Tepelné zisky: $\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$ Projekovaný tepelný příkon : $\Phi_{HL,i} = (\Phi_{Ti} + \Phi_{Vi}) \cdot f_{hp} + \Phi_{RH,i} - \Phi_{HG,i}$ $f_{hp} = 1.0$ pro výšku > 5m $\Phi_{HL,i} = 1581 \text{ W}$</p>
--	---	--

$\theta_{\text{int},i} = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{e}} = -15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{m,e}} = 3.80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_{\text{I}} = 12.62\text{ m}^3$ $V_{\text{I}} = 29.03\text{ m}^3$ $f_{\text{a}1} = 1.45$ $G_{\text{W}} = 1.00$ $A_{\text{q}} = 12.62\text{ m}^2$ $P = 7.11\text{ m}$ $B = 3.55\text{ m}$

<p>Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla : $\Phi_{T,i} = 353 \text{ W}$ Tepelní mosty: 88.9 W Měrná tepelná ztráta přechodem tepla : $H_{T,i} = 10.1 \text{ W/K}$ - celková $H_{T,i,e} = 7.5 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru $e_{T,iue} = 2.6 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor $H_{T,i} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů $H_{T,iq} = 0.0 \text{ W/K}$ - přes zeminu $V_{i,inf,i} = 2 \cdot V_{i,n50} \cdot e_{T,i} \cdot \xi_i$ $V'_{su,sm} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$ $V_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$</p>	<p>Projektovaná tepelná ztráta větráním : $\Phi_{V,i} = 207 \text{ W}$ Objemový tok infiltrací : $V_{inf,i} = 17.4 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{50} = 10.0 \text{ 1/h}$ $e_i = 0.03 \text{ 1/h}$ $\xi_i = 1.0$ $V_{min} = 14.5 \text{ m}^3/\text{h} \leq V' = 17.4 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} \leq n = 0.6 \text{ 1/h}$</p>	<p>Tepelný příkon na zátop : $\Phi_{RH,i} = 114 \text{ W}$ Nucené větrání : NE $f_{RH} = 9.00 \text{ W/m}^2$ Tepelné zisky: $\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$ Projektovaný tepelný příkon : $\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) \cdot f_{h,i} + \Phi_{RH,i} - \Phi_{HG,i}$ $f_{h,i} = 1.0$ pro výšku > 5m $\Phi_{HL,i} = 674 \text{ W}$</p>
---	---	--

$\theta_{\text{int},1} = 20.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{e}} = -15.0\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\theta_{\text{m,e}} = 3.80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $A_1 = 4.12\text{ m}^3$ $V_1 = 9.49\text{ m}^3$ $f_{a1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_a = 4.12\text{ m}^2$ $P = 1.90\text{ m}$ $B = 4.34\text{ m}$

konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m ²]	počet otvorů	plocha otevřítí [m ²]	plocha bez otv. [m ²]	U _k	ΔU _{ib}	U _{kc}	e _k	U _{equiv,k}	θ _{int,i,v}	θ _{zk}	Δθ	Typ prostoru za konstr.	H _{Tlik}	Φ _{Tlik}
								[W/m²K]	[W/m²K]	[W/m²K]	[-]	[W/m²K]	[°C]	[°C]	[°C]		[W/K]	[W]
OBOVOI	740	1.90	2.50	4.75	1	0.30	4.45	0.120	0.050	0.170	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.8	27.0
OKNO	-	0.50	0.60	0.30	-	-	0.30	1.300	0.500	1.800	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.5	19.0
VNUTRO	150	0.20	2.50	0.50	-	-	0.50	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0.0
VNUTRO	150	2.35	2.50	5.88	-	-	5.88	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	24.0	-4.0	Vytápěný interiér	-1.7	-61.0
VNUTRO	150	0.80	2.50	2.00	-	-	2.00	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0.0
VNUTRO	150	2.96	2.50	7.40	-	-	7.40	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0.0
VNUTRO	150	1.00	2.50	2.50	1	1.90	0.60	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0.0
DVERE	-	1.00	1.90	1.90	-	-	1.90	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0.0
PODLAHA STROJ	0	2.36	1.76	4.12	-	-	4.12	0.316	0.050	0.366	1.00	-	20.0	2.6	17.4	Nevytápěný interier	0.8	27.0
STROI	0	2.36	1.76	4.12	-	-	4.12	0.229	-	0.229	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0.0
Spolu :																	0.34	12.0

Výpočet místnosti: 1.3 - WC - (pokračování...)

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla : $\Phi_{T,i} = 12 \text{ W}$ Tepelní mosty: 16.6 W	Projektovaná tepelná ztráta větráním : $\Phi_{V,i} = 56 \text{ W}$ Objemový tok infiltrací : $V_{inf,i} = 3.8 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{50} = 10.0 \text{ 1/h}$ $e_i = 0.02 \text{ 1/h}$ $\xi_i = 1.0$ $V_{min} = 4.7 \text{ m}^3/\text{h} \leq V_i' = 3.8 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} \leq n = 0.4 \text{ 1/h}$	Tepelný příkon na zátap : $\Phi_{RH,i} = 54 \text{ W}$ $f_{RH} = 13.00 \text{ W/m}^2$ Tepelné zisky: $\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$ Projektovaný tepelný příkon : $\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i} - \Phi_{HG,i}$ $f_{hi} = 1.0 \text{ pro výšku} > 5\text{m}$ $\Phi_{HL,i} = 122 \text{ W}$
Měrná tepelná ztráta přechodem tepla : $H_{T,i} = 0.3 \text{ W/K}$ - celková $H_{T,ie} = 1.3 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru $H_{T,iue} = 0.8 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor $H_{T,i} = -1.7 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů $H_{T,iq} = 0.0 \text{ W/K}$ - přes zeminu $V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \xi_i$ $V_{su,sm} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$ $V_i' = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$	Nucené větrání : NE $V_{su,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $\theta_{su,i} = - \text{°C}$ $V_{ex,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $V_{mech,inf,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $V_{su,sm} = - \text{m}^3/\text{h}$	

Výpočet místnosti: 1.4 - Koupelna -

$\theta_{int,i} = 24.0 \text{ °C}$ $\theta_e = -15.0 \text{ °C}$ $\theta_{m,e} = 3.80 \text{ °C}$ $A_i = 7.04 \text{ m}^2$ $V_i = 16.19 \text{ m}^3$ $f_{a1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_a = 7.04 \text{ m}^2$ $P = 5.96 \text{ m}$ $B = 2.36 \text{ m}$	Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :																	
konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m²]	počet otvorů	plocha otvorů [m²]	plocha bez отв. [m²]	U_k [W/m²K]	ΔU_{tb} [W/m²K]	U_{kc} [W/m²K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m²K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta \theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
OBVOI	740	3.15	2.50	7.87	1	0.50	7.37	0.120	0.050	0.170	1.00	-	24.0	-15.0	39.0	Exteriér	1.3	49
OKNO	-	1.00	0.50	0.50	-	-	0.50	1.300	0.500	1.800	1.00	-	24.0	-15.0	39.0	Exteriér	0.9	36
OBVOI	740	2.81	2.50	7.02	-	-	7.02	0.120	0.050	0.170	1.00	-	24.0	-15.0	39.0	Exteriér	1.2	47
VNUT	150	2.00	2.50	5.00	-	-	5.00	2.632	-	2.632	1.00	-	24.0	15.0	9.0	Vytápěný interiér	3.1	119
VNUT	150	0.10	2.50	0.25	-	-	0.25	2.632	-	2.632	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interiér	0.1	3
VNUT	150	2.35	2.50	5.88	-	-	5.88	2.632	-	2.632	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interiér	1.6	62
DLAŽE	0	3.00	2.35	7.04	-	-	7.04	2.793	0.150	2.943	1.00	-	24.0	2.6	21.4	Nevytápěný interiér	11.4	444
DLAŽE	0	3.00	0.00	0.00	-	-	0.00	2.793	0.150	2.943	1.00	-	24.0	6.0	18.0	Nevytápěný interiér	0.0	1
STROJ	0	3.00	2.35	7.04	-	-	7.04	0.229	-	0.229	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interiér	0.2	7
STROJ	0	3.00	0.00	0.00	-	-	0.00	0.229	-	0.229	1.00	-	24.0	20.0	4.0	Vytápěný interiér	0.0	1
Spolu :																	19.72	769

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla : $\Phi_{T,i} = 769 \text{ W}$ Tepelní mosty: 60.4 W	Projektovaná tepelná ztráta větráním : $\Phi_{V,i} = 107 \text{ W}$ Objemový tok infiltrací : $V_{inf,i} = 6.5 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{50} = 10.0 \text{ 1/h}$ $e_i = 0.02 \text{ 1/h}$ $\xi_i = 1.0$ $V_{min} = 8.1 \text{ m}^3/\text{h} \leq V_i' = 6.5 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} \leq n = 0.4 \text{ 1/h}$	Tepelný příkon na zátap : $\Phi_{RH,i} = 63 \text{ W}$ $f_{RH} = 9.00 \text{ W/m}^2$ Tepelné zisky: $\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$ Projektovaný tepelný příkon : $\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i} - \Phi_{HG,i}$ $f_{hi} = 1.0 \text{ pro výšku} > 5\text{m}$ $\Phi_{HL,i} = 940 \text{ W}$
Měrná tepelná ztráta přechodem tepla : $H_{T,i} = 19.7 \text{ W/K}$ - celková $H_{T,ie} = 3.4 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru $H_{T,iue} = 11.4 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor $H_{T,i} = 4.9 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů $H_{T,iq} = 0.0 \text{ W/K}$ - přes zeminu $V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \xi_i$ $V_{su,sm} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$ $V_i' = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$	Nucené větrání : NE $V_{su,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $\theta_{su,i} = - \text{°C}$ $V_{ex,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $V_{mech,inf,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $V_{su,sm} = - \text{m}^3/\text{h}$	

Výpočet místnosti: 1.5 - Chodba -

$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ °C}$ $\theta_e = -15.0 \text{ °C}$ $\theta_{m,e} = 3.80 \text{ °C}$ $A_i = 8.42 \text{ m}^2$ $V_i = 19.37 \text{ m}^3$ $f_{a1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_a = 8.42 \text{ m}^2$ $P = 0.00 \text{ m}$ $B = 0.00 \text{ m}$	Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :																	
konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m²]	počet otvorů	plocha otvorů [m²]	plocha bez отв. [m²]	U_k [W/m²K]	ΔU_{tb} [W/m²K]	U_{kc} [W/m²K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m²K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta \theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,i,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,i,k}$ [W]
VNUT	150	0.30	2.50	0.75	-	-	0.75	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUT	150	0.55	2.50	1.37	-	-	1.37	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUT	150	0.95	2.50	2.38	-	-	2.38	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUT	150	0.50	2.50	1.25	-	-	1.25	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	15.0	5.0	Vytápěný interiér	0.5	17
VNUT	150	1.00	2.50	2.50	1	1.90	0.60	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DVERE	-	1.00	1.90	1.90	-	-	1.90	2.000	-	2.000	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUT	150	0.40	2.50	1.00	-	-	1.00	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	15.0	5.0	Vytápěný interiér	0.4	14
VNUT	150	0.10	2.50	0.25	-	-	0.25	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	24.0	-4.0	Vytápěný interiér	-0.1	-2
VNUT	150	0.80	2.50	2.00	-	-	2.00	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUT	150	0.20	2.50	0.50	-	-	0.50	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
PODLA	0	3.50	2.90	8.42	-	-	8.42	3.546	-	3.546	1.00	-	20.0	2.6	17.4	Nevytápěný interiér	14.9	520
STROJ	0	2.55	1.64	3.23	-	-	3.23	0.229	-	0.229	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
STROJ	0	2.50	0.15	0.37	-	-	0.37	0.229	-	0.229	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
STROJ	0	2.71	1.79	0.66	-	-	0.66	0.229	-	0.229	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
STROJ	0	2.91	2.45	4.15	-	-	4.15	0.229	-	0.229	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
Spolu :																	15.69	549

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla : $\Phi_{T,i} = 549 \text{ W}$ Tepelní mosty: 0.0 W	Projektovaná tepelná ztráta větráním : $\Phi_{V,i} = 115 \text{ W}$ Objemový tok infiltrací : $V_{inf,i} = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{50} = 10.0 \text{ 1/h}$ $e_i = 0.00 \text{ 1/h}$ $\xi_i = 1.0$ $V_{min} = 9.7 \text{ m}^3/\text{h} \leq V_i' = 0.0 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} \leq n = 0.0 \text{ 1/h}$	Tepelný příkon na zátap : $\Phi_{RH,i} = 51 \text{ W}$ $f_{RH} = 6.00 \text{ W/m}^2$ Tepelné zisky: $\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$ Projektovaný tepelný příkon : $\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i} - \Phi_{HG,i}$ $f_{hi} = 1.0 \text{ pro výšku} > 5\text{m}$ $\Phi_{HL,i} = 715 \text{ W}$
Měrná tepelná ztráta přechodem tepla : $H_{T,i} = 15.7 \text{ W/K}$ - celková $H_{T,ie} = 0.0 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru $H_{T,iue} = 14.9 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor $H_{T,i} = 0.8 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů $H_{T,iq} = 0.0 \text{ W/K}$ - přes zeminu $V_{inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \xi_i$ $V_{su,sm} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}$ $V_i' = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}$	Nucené větrání : NE $V_{su,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $\theta_{su,i} = - \text{°C}$ $V_{ex,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $V_{mech,inf,i} = - \text{m}^3/\text{h}$ $V_{su,sm} = - \text{m}^3/\text{h}$	

Výpočet místnosti: 1.6 - Předsiň -

$\theta_{int,i} = 15.0\text{ °C}$ $\theta_e = -15.0\text{ °C}$ $\theta_{m,e} = 3.80\text{ °C}$ $A_i = 3.24\text{ m}^2$ $V_i = 7.45\text{ m}^3$ $f_{a1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_a = 3.24\text{ m}^2$ $P = 1.90\text{ m}$ $B = 3.41\text{ m}$
Teplné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m²]	počet otvorů	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U _k [W/m²K]	ΔU _{tb} [W/m²K]	U _{kc} [W/m²K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m²K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ _k [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	Φ _{T,i,k} [W]
OBVOI	740	1.90	2.50	4.75	1	1.90	2.85	0.120	0.050	0.170	1.00	-	15.0	-15.0	30.0	Exteriér	0.5	15
VCHOI	-	1.00	1.90	1.90	-	-	1.90	2.597	0.500	3.097	1.00	-	15.0	-15.0	30.0	Exteriér	5.9	177
VNUTC	150	0.40	2.50	1.00	-	-	1.00	2.632	-	2.632	1.00	-	15.0	20.0	-5.0	Vytápěný interiér	-0.4	-13
VNUTC	150	0.50	2.50	1.25	-	-	1.25	2.632	-	2.632	1.00	-	15.0	20.0	-5.0	Vytápěný interiér	-0.5	-16
VNUTC	150	1.85	2.50	4.62	-	-	4.62	2.632	-	2.632	1.00	-	15.0	10.0	5.0	Vytápěný interiér	2.0	61
VNUTC	150	2.00	2.50	5.00	-	-	5.00	2.632	-	2.632	1.00	-	15.0	24.0	-9.0	Vytápěný interiér	-3.9	-118
DLAŽE	0	1.85	1.75	3.24	-	-	3.24	2.793	0.050	2.843	1.00	-	15.0	2.6	12.4	Nevytápěný interi	3.8	115
STROÍ	0	1.85	1.75	3.24	-	-	3.24	0.229	-	0.229	1.00	-	15.0	20.0	-5.0	Vytápěný interiér	-0.1	-3
Spolu :																	7.27	218

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :
Φ_{T,i} = 218 W Tepelní mosty: 34.8 W
Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :
H_{T,i} = 7.3 W/K - celková
H_{T,i,e} = 6.4 W/K - přímo do exteriéru
H_{T,i,ue} = 3.8 W/K - přes nevytápěný prostor
H_{T,i} = -3.0 W/K - z/do vytápěných prostorů
H_{T,i,qe} = 0.0 W/K - přes zeminu
V_{i,inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ξ_i
V_{su,sm} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}
V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepelná ztráta větráním :
Φ_{V,i} = 38 W V_{i,v} = 3.7 m³/h
Objemový tok infiltrací : Nucené větrání : NE
V_{inf,i} = 3.0 m³/h V_{su,i} = - m³/h
n₅₀ = 10.0 1/h θ_{su} = - °C
e_i = 0.02 1/h V_{ex,i} = - m³/h
ξ_i = 1.0 V_{mech,inf,i} = - m³/h
V_{su,sm} = - m³/h
V_{min} = 3.7 m³/h <= V_i = 3.0 m³/h
n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.4 1/h

Tepelný příkon na zátap :
Φ_{RH,i} = 42 W
f_{RH} = 13.00 W/m²
Tepelné zisky:
Φ_{HG,i} = 0 W
Projektovaný tepelný příkon :
Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{hi} + Φ_{RH,i} - Φ_{HG,i}
f_{hi} = 1.0 pro výšku > 5m
Φ_{HL,i} = 298 W

Výpočet místnosti: 1.7 - Schodiště do 2NP -

$\theta_{int,i} = 20.0\text{ °C}$ $\theta_e = -15.0\text{ °C}$ $\theta_{m,e} = 3.80\text{ °C}$ $A_i = 4.74\text{ m}^2$ $V_i = 10.90\text{ m}^3$ $f_{a1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_a = 4.74\text{ m}^2$ $P = 2.30\text{ m}$ $B = 4.12\text{ m}$
Teplné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m²]	počet otvorů	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U _k [W/m²K]	ΔU _{tb} [W/m²K]	U _{kc} [W/m²K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m²K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ _k [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	Φ _{T,i,k} [W]
OBVOI	740	2.30	2.50	5.75	-	-	5.75	0.120	0.050	0.170	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	1.0	35
VNUTC	150	1.50	2.50	3.75	-	-	3.75	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	10.0	10.0	Vytápěný interiér	2.8	99
VNUTC	150	2.40	2.50	6.00	-	-	6.00	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUTC	150	1.95	2.50	4.88	-	-	4.88	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
DLAŽE	0	2.44	2.00	4.74	-	-	4.74	2.793	0.050	2.843	1.00	-	20.0	2.6	17.4	Nevytápěný interi	6.7	235
STROÍ	0	2.44	2.00	4.74	-	-	4.74	0.229	-	0.229	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
Spolu :																	10.54	369

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :
Φ_{T,i} = 369 W Tepelní mosty: 14.2 W
Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :
H_{T,i} = 10.5 W/K - celková
H_{T,i,e} = 1.0 W/K - přímo do exteriéru
H_{T,i,ue} = 6.7 W/K - přes nevytápěný prostor
H_{T,i} = 2.8 W/K - z/do vytápěných prostorů
H_{T,i,qe} = 0.0 W/K - přes zeminu
V_{i,inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ξ_i
V_{su,sm} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}
V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepelná ztráta větráním :
Φ_{V,i} = 65 W V_{i,v} = 5.5 m³/h
Objemový tok infiltrací : Nucené větrání : NE
V_{inf,i} = 0.0 m³/h V_{su,i} = - m³/h
n₅₀ = 10.0 1/h θ_{su} = - °C
e_i = 0.00 1/h V_{ex,i} = - m³/h
ξ_i = 1.0 V_{mech,inf,i} = - m³/h
V_{su,sm} = - m³/h
V_{min} = 5.5 m³/h <= V_i = 0.0 m³/h
n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.0 1/h

Tepelný příkon na zátap :
Φ_{RH,i} = 43 W
f_{RH} = 9.00 W/m²
Tepelné zisky:
Φ_{HG,i} = 0 W
Projektovaný tepelný příkon :
Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{hi} + Φ_{RH,i} - Φ_{HG,i}
f_{hi} = 1.0 pro výšku > 5m
Φ_{HL,i} = 477 W

Výpočet místnosti: 1.8 - Schodiště do pivnice -

$\theta_{int,i} = 10.0\text{ °C}$ $\theta_e = -15.0\text{ °C}$ $\theta_{m,e} = 3.80\text{ °C}$ $A_i = 0.88\text{ m}^2$ $V_i = 2.02\text{ m}^3$ $f_{a1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_a = 0.88\text{ m}^2$ $P = 0.80\text{ m}$ $B = 2.19\text{ m}$
Teplné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m²]	počet otvorů	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U _k [W/m²K]	ΔU _{tb} [W/m²K]	U _{kc} [W/m²K]	e _k [-]	U _{equiv,k} [W/m²K]	θ _{int,i,v} [°C]	θ _{zk} [°C]	Δθ _k [°C]	Typ prostoru za konstr.	H _{T,i,k} [W/K]	Φ _{T,i,k} [W]
OBVOI	740	0.80	2.50	2.00	-	-	2.00	0.120	0.050	0.170	1.00	-	10.0	-15.0	25.0	Exteriér	0.4	9
VNUTC	150	0.65	2.50	1.63	1	1.24	0.39	2.632	-	2.632	1.00	-	10.0	20.0	-10.0	Vytápěný interiér	-0.4	-10
DVERĚ	-	0.65	1.90	1.24	-	-	1.24	2.000	-	2.000	1.00	-	10.0	20.0	-10.0	Vytápěný interiér	-1.0	-24
VNUTC	150	1.50	2.50	3.75	-	-	3.75	2.632	-	2.632	1.00	-	10.0	20.0	-10.0	Vytápěný interiér	-3.9	-98
VNUTC	150	1.85	2.50	4.62	-	-	4.62	2.632	-	2.632	1.00	-	10.0	15.0	-5.0	Vytápěný interiér	-2.4	-60
PODLA	0	1.35	0.65	0.88	-	-	0.88	3.546	0.050	3.596	1.00	-	10.0	2.6	7.4	Nevytápěný interi	1.0	24
STROÍ	0	1.35	0.65	0.88	-	-	0.88	0.229	-	0.229	1.00	-	10.0	20.0	-10.0	Vytápěný interiér	-0.1	-2
Spolu :																	-6.44	-161

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla :
Φ_{T,i} = -161 W Tepelní mosty: 2.8 W
Měrná tepelná ztráta přechodem tepla :
H_{T,i} = -6.4 W/K - celková
H_{T,i,e} = 0.4 W/K - přímo do exteriéru
H_{T,i,ue} = 1.0 W/K - přes nevytápěný prostor
H_{T,i} = -7.8 W/K - z/do vytápěných prostorů
H_{T,i,qe} = 0.0 W/K - přes zeminu
V_{i,inf,i} = 2 * V_i * n₅₀ * e_i * ξ_i
V_{su,sm} = V_{ex,i} - V_{su,i} - V_{mech,inf,i}
V_i = V_{inf,i} + V_{su,i} + V_{su,sm} + V_{mech,inf,i}

Projektovaná tepelná ztráta větráním :
Φ_{V,i} = 9 W V_{i,v} = 1.0 m³/h
Objemový tok infiltrací : Nucené větrání : NE
V_{inf,i} = 0.0 m³/h V_{su,i} = - m³/h
n₅₀ = 10.0 1/h θ_{su} = - °C
e_i = 0.00 1/h V_{ex,i} = - m³/h
ξ_i = 1.0 V_{mech,inf,i} = - m³/h
V_{su,sm} = - m³/h
V_{min} = 1.0 m³/h <= V_i = 0.0 m³/h
n_{min} = 0.5 1/h <= n = 0.0 1/h

Tepelný příkon na zátap :
Φ_{RH,i} = 0 W
f_{RH} = - W/m²
Tepelné zisky:
Φ_{HG,i} = 0 W
Projektovaný tepelný příkon :
Φ_{HL,i} = (Φ_{T,i} + Φ_{V,i}) * f_{hi} + Φ_{RH,i} - Φ_{HG,i}
f_{hi} = 1.0 pro výšku > 5m
Φ_{HL,i} = -152 W

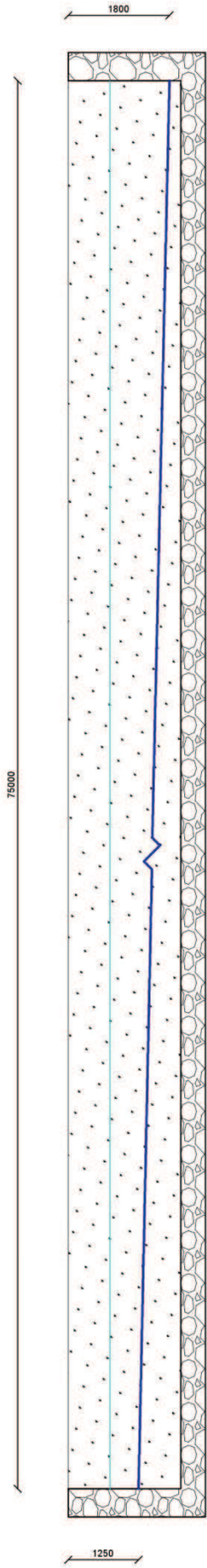
Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla : $\Phi_{T,i} = 382 \text{ W}$ Tepelní mosty: 77.7 W Měrná tepelná ztráta přechodem tepla : $H_{T,i} = 10.9 \text{ W/K}$ - celková $H_{T,ie} = 7.8 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru $H_{T,iue} = 3.1 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor $H_{T,i} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů $H_{T,iq} = 0.0 \text{ W/K}$ - přes zeminu $V_{i,inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \xi_i$ $V'_{su,sm} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$ $V'_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$	Projektovaná tepelná ztráta větráním : $\Phi_{V,i} = 274 \text{ W}$ $V'_{i,v} = 23.0 \text{ m}^3/\text{h}$ Objemový tok infiltrací : Nucené větrání : NE $V_{i,inf,i} = 18.4 \text{ m}^3/\text{h}$ $V'_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{50} = 10.0 \text{ 1/h}$ $\theta_{su,i} = - \text{ }^\circ\text{C}$ $e_i = 0.02 \text{ 1/h}$ $V'_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$ $\xi_i = 1.0$ $V'_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$ $V'_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{min} = 23.0 \text{ m}^3/\text{h} \leq V'_i = 18.4 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} \leq n = 0.4 \text{ 1/h}$	Tepelný příkon na zátap : $\Phi_{RH,i} = 180 \text{ W}$ $f_{RH} = 9.00 \text{ W/m}^2$ Tepelné zisky: $\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$ Projektovaný tepelný příkon : $\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i} - \Phi_{HG,i}$ $f_{hi} = 1.0$ pro výšku > 5m $\Phi_{HL,i} = 836 \text{ W}$
---	--	---

Výpočet místnosti: 2.4 - Chodba -

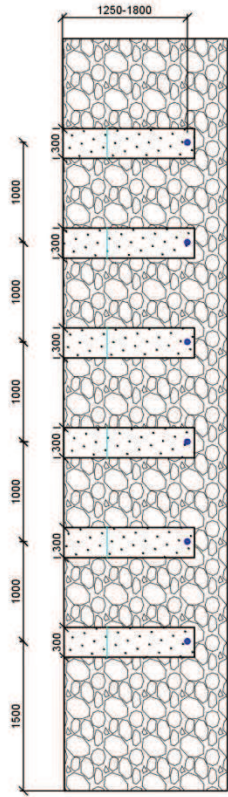
$\theta_{int,i} = 20.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_e = -15.0 \text{ }^\circ\text{C}$ $\theta_{m,e} = 3.80 \text{ }^\circ\text{C}$ $A_i = 22.63 \text{ m}^2$ $V_i = 52.05 \text{ m}^3$ $f_{a1} = 1.45$ $G_W = 1.00$ $A_a = 22.63 \text{ m}^2$ $P = 9.45 \text{ m}$ $B = 4.79 \text{ m}$
Tepelné ztráty přechodem tepla přes konstrukce :

konstr.	tloušťka [mm]	délka [m]	výška [m]	plocha [m²]	počet otvorů	plocha otvorů [m²]	plocha bez otv. [m²]	U_k [W/m²K]	ΔU_{tb} [W/m²K]	U_{kc} [W/m²K]	e_k [-]	$U_{equiv,k}$ [W/m²K]	$\theta_{int,i,v}$ [°C]	θ_{zk} [°C]	$\Delta\theta$ [°C]	Typ prostoru za konstr.	$H_{T,k}$ [W/K]	$\Phi_{T,k}$ [W]
OBVOI	740	3.95	2.50	9.87	-	-	9.87	0.120	0.050	0.170	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	1.7	59
OBVOI	740	5.00	2.50	12.50	1	2.00	10.50	0.120	0.050	0.170	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	1.8	63
OKNO	-	2.00	1.00	2.00	-	-	2.00	1.300	0.500	1.800	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	3.6	126
OBVOI	740	0.50	2.50	1.26	-	-	1.26	0.120	0.050	0.170	1.00	-	20.0	-15.0	35.0	Exteriér	0.2	8
VNUTC	150	0.70	2.50	1.75	-	-	1.75	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUTC	150	0.15	2.50	0.38	-	-	0.38	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUTC	150	0.50	2.50	1.25	-	-	1.25	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUTC	150	2.85	2.50	7.13	-	-	7.13	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUTC	150	3.14	2.50	7.85	-	-	7.85	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
PODL	0	4.85	3.85	12.62	-	-	12.62	0.316	-	0.316	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
PODL	0	2.91	2.45	4.15	-	-	4.15	0.316	-	0.316	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
PODL	0	2.44	2.00	4.74	-	-	4.74	0.316	-	0.316	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
PODL	0	4.85	2.35	1.12	-	-	1.12	0.316	-	0.316	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUTC	150	0.20	2.50	0.50	-	-	0.50	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
VNUTC	150	4.00	2.50	10.00	-	-	10.00	2.632	-	2.632	1.00	-	20.0	20.0	0.0	Vytápěný interiér	0.0	0
STROÍ	0	6.50	4.85	22.61	-	-	22.61	0.229	-	0.229	1.00	-	20.0	-3.7	23.7	Nevytápěný interi	3.5	123
STROÍ	0	4.85	0.00	0.02	-	-	0.02	0.229	-	0.229	1.00	-	20.0	-6.0	26.0	Nevytápěný interi	0.0	1
Spolu :																	10.86	380

Projektovaná tepelná ztráta přechodem tepla : $\Phi_{T,i} = 380 \text{ W}$ Tepelní mosty: 72.9 W Měrná tepelná ztráta přechodem tepla : $H_{T,i} = 10.9 \text{ W/K}$ - celková $H_{T,ie} = 7.3 \text{ W/K}$ - přímo do exteriéru $H_{T,iue} = 3.5 \text{ W/K}$ - přes nevytápěný prostor $H_{T,i} = 0.0 \text{ W/K}$ - z/do vytápěných prostorů $H_{T,iq} = 0.0 \text{ W/K}$ - přes zeminu $V_{i,inf,i} = 2 * V_i * n_{50} * e_i * \xi_i$ $V'_{su,sm} = V'_{ex,i} - V'_{su,i} - V'_{mech,inf,i}$ $V'_i = V'_{inf,i} + V'_{su,i} + V'_{su,sm} + V'_{mech,inf,i}$	Projektovaná tepelná ztráta větráním : $\Phi_{V,i} = 310 \text{ W}$ $V'_{i,v} = 26.0 \text{ m}^3/\text{h}$ Objemový tok infiltrací : Nucené větrání : NE $V_{i,inf,i} = 20.8 \text{ m}^3/\text{h}$ $V'_{su,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{50} = 10.0 \text{ 1/h}$ $\theta_{su,i} = - \text{ }^\circ\text{C}$ $e_i = 0.02 \text{ 1/h}$ $V'_{ex,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$ $\xi_i = 1.0$ $V'_{mech,inf,i} = - \text{ m}^3/\text{h}$ $V'_{su,sm} = - \text{ m}^3/\text{h}$ $V_{min} = 26.0 \text{ m}^3/\text{h} \leq V'_i = 20.8 \text{ m}^3/\text{h}$ $n_{min} = 0.5 \text{ 1/h} \leq n = 0.4 \text{ 1/h}$	Tepelný příkon na zátap : $\Phi_{RH,i} = 204 \text{ W}$ $f_{RH} = 9.00 \text{ W/m}^2$ Tepelné zisky: $\Phi_{HG,i} = 0 \text{ W}$ Projektovaný tepelný příkon : $\Phi_{HL,i} = (\Phi_{T,i} + \Phi_{V,i}) * f_{hi} + \Phi_{RH,i} - \Phi_{HG,i}$ $f_{hi} = 1.0$ pro výšku > 5m $\Phi_{HL,i} = 893 \text{ W}$
---	--	---



Výstražná folia
Potrubie plošného kolektora



Hranica
pozemku

Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy	Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Priloha C Výkres č.01
Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Čís. výkr. sestavy	Celková váha kg	
Měřítka	Kreslil Marian Smažák	Schválil	Výr. referent	Změna	Datum	Podpis		
	Navrhl		Datum 25.3.2018					
	Přezkoušel							
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ Výkop plošného kolektoru		Stary výkres		Nový výkres		
Název		Rodinný dom						

Príloha D11

Rozpočet podlahového vykurovacieho systému pre zateplený objekt

Názov	počet		cena za ks bez DPH	cena bez DPH
Trubka RAUTHERM SPEED 16x1,5 (240 m)	725	m	43,00 Kč	31 188 Kč
Kari sieť RM 100 (100 x 100mm)	55	ks	240,00 Kč	13 200 Kč
Systémová deska VARIONOVA 11 mm (22,4 m ²)	11	m ²	235,00 Kč	2 650 Kč
Rozdělovač HKV-D EASYFLOW NEREZ 4	1	ks	6 390,00 Kč	7 029 Kč
Rozdělovač HKV-D EASYFLOW NEREZ 9	1	ks	11 840,00 Kč	13 024 Kč
Ochranná trubka pro trubku 16x2,0/17x2,0 (50 m) (50 m)	36	m	15,60 Kč	566 Kč
Skříňka rozdělovače UP 550	1	ks	2 110,00 Kč	2 321 Kč
Skříňka rozdělovače UP 950	1	ks	2 610,00 Kč	2 871 Kč
Krycí fólie PE 1200mm x 100m (délka) (120 m ²)	111	m ²	30,00 Kč	3 324 Kč
Okrajová dilatační páska PE s fólií 8/150mm (100 m)	139	m	26,50 Kč	3 694 Kč
Plastifikátor P (10 kg)	25	kg	88,00 Kč	2 179 Kč
Prostorový termostat Nea HT 230 V	11	ks	1 200,00 Kč	13 200 Kč
REHAU klip quattro	1162	ks	4,00 Kč	4 646 Kč
REHAU Spojovací pás 0,04 ks na m ² desky	1	ks	36,00 Kč	40 Kč
REHAU Ukončovací pás 0,18 ks na m ² desky	2	ks	36,00 Kč	79 Kč
REHAU upevňovací skoba	3	ks	4,00 Kč	13 Kč
Spojka kari sítě	201	ks	0,60 Kč	121 Kč
Termopohon UNI 230 V	14	ks	650,00 Kč	9 295 Kč
Fixační oblouk 16	29	ks	29,00 Kč	829 Kč
REHAU Svěrné šroubení 16 x 1,5	29	ks	107,00 Kč	3 060 Kč
Sada kohoutů přímých pro HKV-D nerez G1 IG-NPT 1"	2	ks	945,00 Kč	2 079 Kč
Tubolit DG hr. 30 mm; d = 18 mm	16,94	m	11,00 Kč	186 Kč
Beton/cementova mazanina	16,5	m ³	2 000,00 Kč	33 000 Kč
podlahová krytina	282	m ²	330,00 Kč	93 060 Kč
Akumulačná nádrž 1000l	1	ks	28 000,00 Kč	28 000 Kč
expanzná nádrž	1	ks	2 400,00 Kč	2 400 Kč
CU 22x1 potrubie	22	m	140,00 Kč	3 080 Kč
CU kolena	26	ks	40,00 Kč	1 040 Kč
CU spojky	20	ks	30,00 Kč	600 Kč
Zmiešavací termostatický ventil	1	ks	1 600,00 Kč	1 600 Kč
Servo ventil	1	ks	2 900,00 Kč	2 900 Kč
Gulový ventil	12	ks	180,00 Kč	2 160 Kč
Poistný ventil	2	ks	280,00 Kč	560 Kč
čerpadlo	2	ks	870,00 Kč	1 740 Kč
Tlakomer	1	ks	180,00 Kč	180 Kč
Práce			65 000,00 Kč	65 000 Kč
celkové náklady				350 914 Kč

- 1.1 -	
Obývací pokoj a kuchyňa	
27.1 m ²	62.2 m ³
20 °C	1580 W

- 1.2 -	
Ložnice	
12.6 m ²	29.0 m ³
20 °C	673 W

- 1.3 -	
WC	
4.1 m ²	9.5 m ³
20 °C	122 W

- 1.4 -	
Koupelna	
7.0 m ²	16.2 m ³
24 °C	939 W

- 1.5 -	
Chodba	
8.4 m ²	19.4 m ³
20 °C	714 W

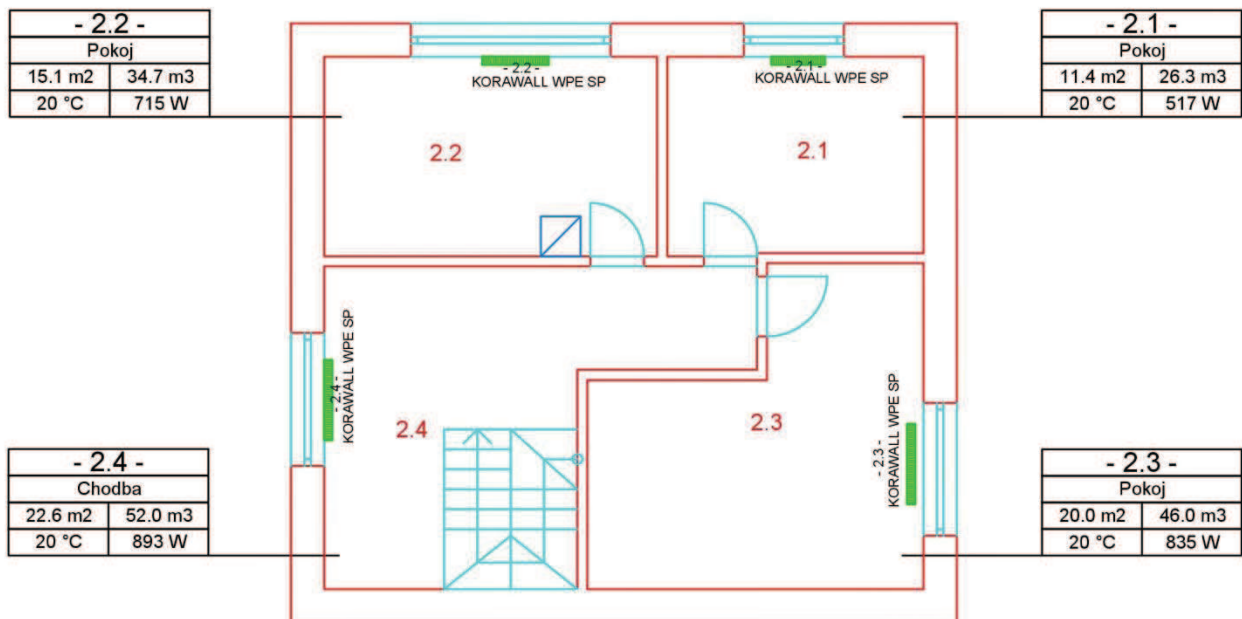
- 1.6 -	
Předsíň	
3.2 m ²	7.4 m ³
15 °C	298 W

Legenda miestnosti:

- 1.1 - Obývací izba a kuchyňa
- 1.2 - Spálňa
- 1.3 - WC
- 1.4 - Kúpeľňa
- 1.5 - Chodba 1. NP
- 1.6 - Předsíň



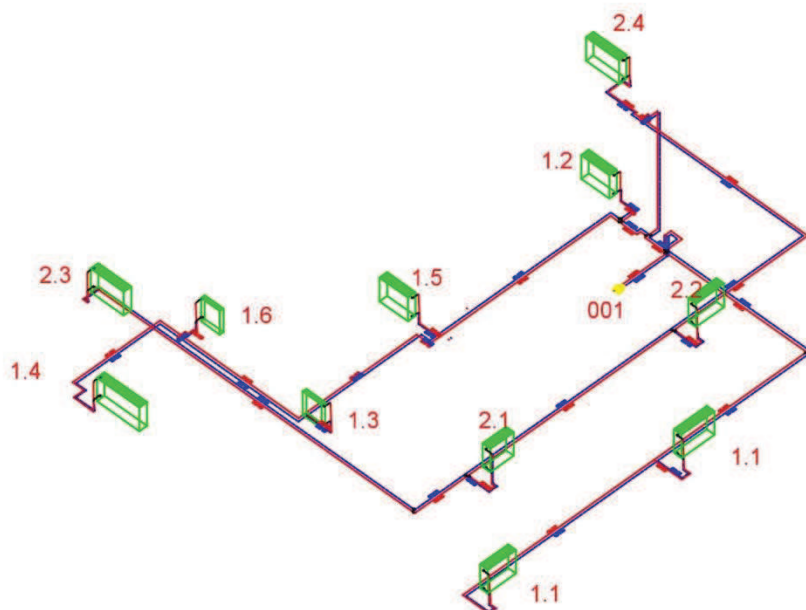
Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy	Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha E Výkres č.01	
Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg	
Měřitko	Kreslil Marián Smažák	Schválil		Změna		Datum	Podpis	d	
-	Navrhl	Výr. referent						c	
	Přezkoušel	Datum 25.3.2018						b	
								a	
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ 1. NP Konvektory		Starý výkres		Nový výkres			
		Název							
		Rodinný dom							



Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy	Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha E Výkres č.02		
Poř.č.	Čís. vykr. sestavy	Poř.č.	Čís. vykr. sestavy	Poř.č.	Čís. vykr. sestavy	Poř.č.	Čís. vykr. sestavy	Celk. čistá váha kg		
Měřitko -	Kreslil Marián Smažák		Schválil		Změna	Datum		Podpis		d
	Navrhl		Vyr. referent							c
	Přezkoušel		Datum 25.3.2018							b
							a			
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ 2. NP Konvektory			Starý výkres		Nový výkres			
		Název Rodinný dom								

Příloha E11
 Rozpočet konvektorou pro zateplený objekt

Název	počet	cena za ks bez DPH	cena bez DPH
KORAWALL WPE BL 450/400 (White RAL 9016)	1	ks 2 267,00 Kč	2 267 Kč
KORAWALL WPE SP 600/400 (White RAL 9016)	1	ks 2 648,00 Kč	2 648 Kč
KORAWALL WPE SP 600/800 (White RAL 9016)	1	ks 3 893,00 Kč	3 893 Kč
KORAWALL WPE SP 600/1000 (White RAL 9016)	5	ks 4 634,00 Kč	23 170 Kč
KORAWALL WPE SP 600/1200 (White RAL 9016)	2	ks 5 009,00 Kč	10 018 Kč
KORAWALL WPE SP 600/1400 (White RAL 9016)	1	ks 5 595,00 Kč	5 595 Kč
Práce			10 000 Kč
Celkové náklady			57 591 Kč



Legenda

- 001 - Napojenie na kotol
- 1.1 - Obývacia izba a kuchyňa
- 1.2 - Spálňa
- 1.3 - WC
- 1.4 - Kúpeľňa
- 1.5 - Chodba 1. NP
- 1.6 - Predsieň
- 2.1 - Izba
- 2.2 - Izba
- 2.3 - Izba
- 2.4 - Chodba 2.NP

Pof.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy	Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha F Výkres č.01
Pof.č.	Čís. výkr. sestavy	Pof.č.	Čís. výkr. sestavy	Pof.č.	Čís. výkr. sestavy	Pof.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg
Měřitko -	Kreslil Marián Smažák	Schválil			Změna			d
	Navrhl	Výr. referent						c
	Přezkoušel	Datum 25.3.2018						b
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ Rozmístění radiatorů						a
		Název	Rodinný dom		Starý výkres	Nový výkres		

Príloha F11

Rozpočet vykurovacieho radiatorového systému pre zateplený objekt

Názov	počet	cena za ks bez DPH	cena bez DPH
VT Kompakt Typ 21 500/400 (Nedefinovaná)	2 ks	1 100,00 Kč	2 200 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/500 (Nedefinovaná)	1 ks	2 250,00 Kč	2 250 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/600 (Nedefinovaná)	4 ks	2 500,00 Kč	10 000 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/700 (Nedefinovaná)	3 ks	2 760,00 Kč	8 280 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/900 (Nedefinovaná)	1 ks	3 240,00 Kč	3 240 Kč
Kolenová pripojovací garnitura 17/250	22 ks	205,00 Kč	4 510 Kč
Přechodový kus 1/2 x 3/4 (1 pár)	22 ks	86,40 Kč	1 901 Kč
REHAU Svěrné šroubení G 3/4-15	22 ks	67,50 Kč	1 485 Kč
Termostat.hlavice Thera-3 s kvapal.snímačem, s nulovou polohou	11 ks	390,00 Kč	4 290 Kč
BB rohový DN 10	7 ks	278,00 Kč	1 946 Kč
BB rohový DN 15	4 ks	311,00 Kč	1 244 Kč
Verafix-E rohový DN 15	11 ks	227,00 Kč	2 497 Kč
Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 20	2 m	105,00 Kč	210 Kč
Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 25	46 m	150,00 Kč	6 900 Kč
Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 15	86 m	90,00 Kč	7 740 Kč
Spojka z Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 15 na Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 25	4 ks	45,00 Kč	180 Kč
Kotviaci material	60 ks	45,00 Kč	2 700 Kč
Akumulačná nádrž 1000l	1 ks	28 000,00 Kč	28 000 Kč
expanzná nádrž	1 ks	2 400,00 Kč	2 400 Kč
Servo ventil	1 ks	2 900,00 Kč	2 900 Kč
Gulový ventil	12 ks	180,00 Kč	2 160 Kč
Poistný ventil	2 ks	280,00 Kč	560 Kč
čerpadlo	2 ks	870,00 Kč	1 740 Kč
Tlakomer	1 ks	180,00 Kč	180 Kč
Práce			40 000 Kč
Celkové náklady			139 513 Kč

Príloha H01

Výber optimálneho vykurovacieho systému pre zateplený objekt, výpočetné hodnoty

Varianta	Kritéria										
	Investičné náklady (kč)	Prevádzkové náklady (kč)	Inštalčné náklady (kč)	Čistota prevádzky	Fyzická obsluha	Sklad paliva	Popol	Závyslosť napájania	Dostupnosť paliva	Regulovateľnosť	Doba bez obsluhy (h)
Tepelné čerpadlo	250000	22000	344000	1	1	1	1	1	3	1	3000
Automatický kotol na uhlie	44000	21000	140000	3		2	2	2	2	3	122
Drevosplyňujúci kotol	34000	21000	140000	2		3	3	3	1	3	12
Konvektory	58000	43000	110000	1		1	1	1	3	1	3000

(1 – dobrá, 2 - stredná, 3 – zhoršená)

Hodnota kritérií

Kritérium	Typ kritéria	Váha kritéria
Investičné náklady	Min	0,15
Prevádzkové náklady	Min	0,3
Inštalčné náklady	Min	0,14
Čistota prevádzky	Min	0,02
Fyzická obsluha	Min	0,1
Sklad paliva	Min	0,03
Popol	Min	0,03
Závyslosť napájania	Min	0,1
Dostupnosť paliva	Min	0,05
Regulovateľnosť	Min	0,05
Doba bez obsluhy	Max	0,03

- 1.1 -	
Obývací pokoj a kuchyňa	
27.1 m ²	62.2 m ³
20 °C	3364 W

- 1.2 -	
Ložnice	
12.6 m ²	29.0 m ³
20 °C	1443 W

- 1.3 -	
WC	
4.1 m ²	9.5 m ³
20 °C	321 W

- 1.4 -	
Koupelna	
7.0 m ²	16.2 m ³
24 °C	1616 W

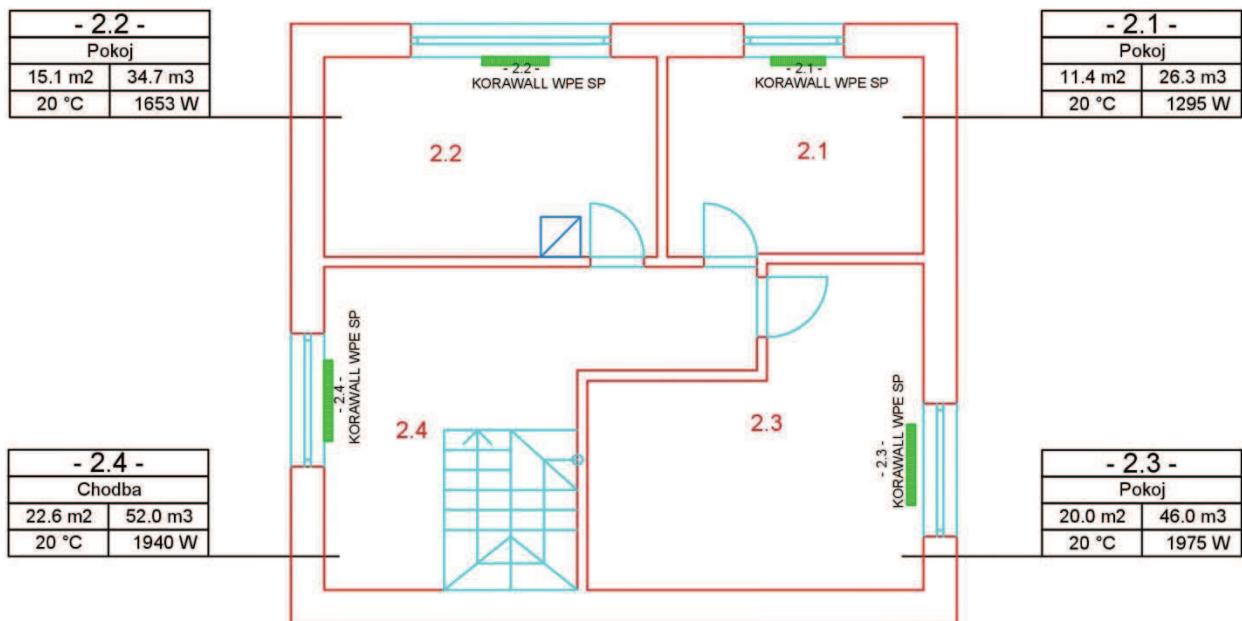
- 1.5 -	
Chodba	
8.4 m ²	19.4 m ³
20 °C	740 W

- 1.6 -	
Předsíň	
3.2 m ²	7.4 m ³
15 °C	522 W

Legenda miestnosti:
 1.1 - Obývacia izba a kuchyňa
 1.2 - Spálňa
 1.3 - WC
 1.4 - Kúpeľňa
 1.5 - Chodba 1. NP
 1.6 - Predsieň



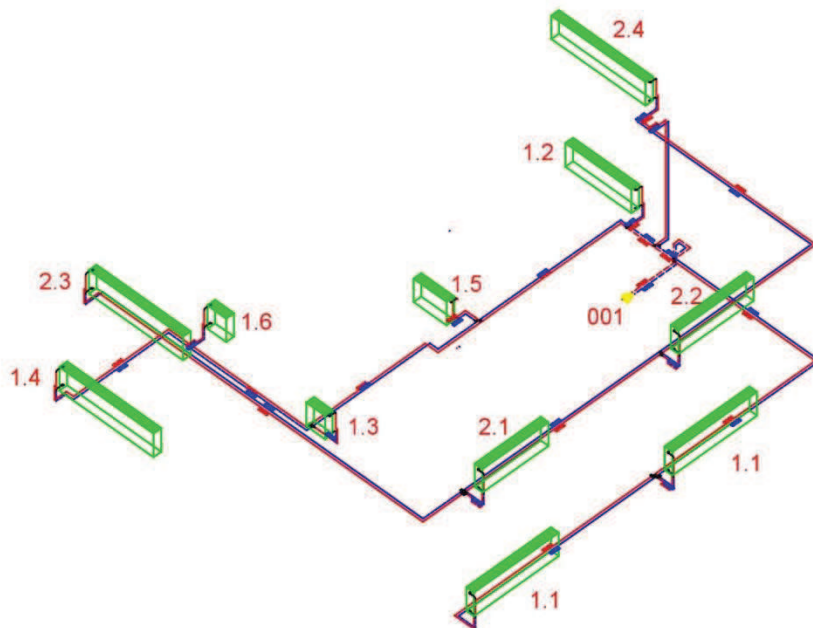
Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy		Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha I Výkres č.01	
Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg		
Měřitko -	Kreslil Marián Smažák		Schválil		Změna			Datum	Podpis	d
	Navrhl		Výr. referent							c
	Přezkoušel		Datum 25.3.2018							b
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ 1. NP Konvektory			Název	Starý výkres		Nový výkres		a
		Rodinný dom								



Poř.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy	Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha I Výkres č.02		
Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Poř.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg		
Měřitko -	Kreslil Marián Smažák		Schválil		Změna			Datum	Podpis	d
	Navrhl		Výr. referent							c
	Přezkoušel		Datum 25.3.2018							b
						a				
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ 2. NP Konvektory			Starý výkres		Nový výkres			
		Název Rodinný dom								

Příloha I11
 Rozpočet konvektorov pre nezateplený objekt

Názov	počet	cena za ks bez DPH	cena bez DPH
KORAWALL WPE SP 600/400 (White RAL 9016)	1 ks	2 648,00 Kč	2 648 Kč
KORAWALL WPE SP 600/600 (White RAL 9016)	1 ks	3 389,00 Kč	3 389 Kč
KORAWALL WPE SP 600/1000 (White RAL 9016)	1 ks	4 634,00 Kč	4 634 Kč
KORAWALL WPE SP 600/1200 (White RAL 9016)	4 ks	5 009,00 Kč	20 036 Kč
KORAWALL WPE SP 600/1600 (White RAL 9016)	1 ks	6 172,00 Kč	6 172 Kč
KORAWALL WPE SP 600/1800 (White RAL 9016)	1 ks	6 843,00 Kč	6 843 Kč
KORAWALL WPE SP 600/2000 (White RAL 9016)	4 ks	7 529,00 Kč	30 116 Kč
Práce			10 000 Kč
Celkové náklady			83 838 Kč



- Legenda**
- 001 - Napojenie na kotol
 - 1.1 - Obývacia izba a kuchyňa
 - 1.2 - Spálňa
 - 1.3 - WC
 - 1.4 - Kúpeľňa
 - 1.5 - Chodba 1. NP
 - 1.6 - Predsieň
 - 2.1 - Izba
 - 2.2 - Izba
 - 2.3 - Izba
 - 2.4 - Chodba 2.NP

Pof.č.	Číslo výkresu	Kusů	Název	Rozměry materiálu Číslo rozměrové normy	Materiál	Třída odp.	Čistá váha 1ks vkg	Príloha J Výkres č.01
Pof.č.	Čís. výkr. sestavy	Pof.č.	Čís. výkr. sestavy	Pof.č.	Čís. výkr. sestavy	Pof.č.	Čís. výkr. sestavy	Celk. čistá váha kg
Měřitko -	Kreslil Marián Smažák	Schválil			Změna			d
	Navrhl	Výr. referent						c
	Přezkoušel	Datum 25.3.2018						b
VŠB katedra elektroenergetiky		Typ Rozmístění radiatorů						a
		Název	Rodinný dom		Starý výkres	Nový výkres		

Príloha J11

Rozpočet vykurovacieho radiatorového systému pre nezateplený objekt

Názov	počet		cena za ks bez DPH	cena bez DPH
VT Kompakt Typ 33 500/400 (Nedefinovaná)	2	ks	2 020,00 Kč	4 040 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/700 (Nedefinovaná)	1	ks	2 760,00 Kč	2 760 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/1400 (Nedefinovaná)	2	ks	4 490,00 Kč	8 980 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/1600 (Nedefinovaná)	1	ks	5 000,00 Kč	5 000 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/1800 (Nedefinovaná)	2	ks	5 490,00 Kč	10 980 Kč
VT Kompakt Typ 33 500/2000 (Nedefinovaná)	3	ks	5 970,00 Kč	17 910 Kč
BB rohový DN 10	3	ks	278,00 Kč	834 Kč
BB rohový DN 15	5	ks	311,00 Kč	1 555 Kč
BB rohový DN 20	3	ks	350,00 Kč	1 050 Kč
Verafix-E rohový DN 15	8	ks	227,00 Kč	1 816 Kč
Verafix-E rohový DN 20	3	ks	289,00 Kč	867 Kč
Kolenová pripojovací garnitura 17/250	22	ks	205,00 Kč	4 510 Kč
Přechodový kus 1/2 x 3/4 (1 pár)	22	ks	86,40 Kč	1 901 Kč
REHAU Svěrné šroubení G 3/4-15	22	ks	67,50 Kč	1 485 Kč
Termostat.hlavice Thera-3 s kvapal.snímačem, s nulovou polohou	11	ks	390,00 Kč	4 290 Kč
Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 20	16	m	105,00 Kč	1 680 Kč
Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 25	80	m	150,00 Kč	12 000 Kč
Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 32	8	m	190,00 Kč	1 520 Kč
Oceľová rúrka závitová a bezšvíková DN 15	28	m	90,00 Kč	2 520 Kč
Kotviaci material	60	ks	45,00 Kč	2 700 Kč
Akumulačná nádrž 1000l	1	ks	28 000,00 Kč	28 000 Kč
expanzná nádrž	1	ks	2 400,00 Kč	2 400 Kč
Servo ventil	1	ks	2 900,00 Kč	2 900 Kč
Gulový ventil	12	ks	180,00 Kč	2 160 Kč
Poistný ventil	2	ks	280,00 Kč	560 Kč
čerpadlo	2	ks	870,00 Kč	1 740 Kč
Tlakomer	1	ks	180,00 Kč	180 Kč
Práce				40 000 Kč
Celkové náklady				166 338 Kč

Príloha K01

Výber optimálneho vykurovacieho systému pre zateplený objekt, výpočetné hodnoty

Varianta	Kritéria										
	Investičné náklady (kč)	Prevádzkové náklady (kč)	Inštalčné náklady (kč)	Čistota prevádzky	Fyzická obsluha	Sklad paliva	Popol	Závylosť napájania	Dostupnosť paliva	Regulovateľnosť	Doba bez obsluhy (h)
Tepelné čerpadlo	360000	44000	167000	1	1	1	1	3	1	1	3000
Automatický kotol na uhlie	65000	42000	167000	3	2	2	2	2	3	2	122
Drevosplyňujúci kotol	42000	43000	167000	2	3	3	3	1	3	3	12
Konvektory	83000	85000	110000	1	1	1	1	3	1	1	3000

(1 – dobrá, 2 - stredná, 3 – zhoršená)

Hodnota kritérií

Kritérium	Typ kritéria	Váha kritéria
Investičné náklady	Min	0,15
Prevádzkové náklady	Min	0,3
Inštalčné náklady	Min	0,14
Čistota prevádzky	Min	0,02
Fyzická obsluha	Min	0,1
Sklad paliva	Min	0,03
Popol	Min	0,03
Závylosť napájania	Min	0,1
Dostupnosť paliva	Min	0,05
Regulovateľnosť	Min	0,05
Doba bez obsluhy	Max	0,03

Príloha L01

Výhrevnosť paliva [43]

Druh paliva	Hustota	vlhkosť	výhrevnosť
	kg/m ³	%	MJ/kg
Smrek	430	20	14,1
Jedľa	430	20	15
Borovica	510	20	14,6
Smrekovec	670	20	14,5
Topoľ	400	20	13,3
Jelša	480	20	13,8
Vrba	500	25	12,8
Breza	585	20	14,4
Jaseň	650	20	13,8
Buk	650	20	13,6
Dub	630	20	14,1
Hrab	680	20	13,2
Agát	700	20	13,7
štiepka	170	20	14,2
Kôra		15	15,47
Sláma	120	10	15,4
HU prachové - Most			11,72
HU triedené - Most			17,18
HU prachové - Sokolov			10,49
HU triedené - Sokolov			14,17
ČU prachové - Ostrava			22,78
ČU energetické - Ostrava			29,21
ČU prachové - Kladno			15,57
ČU energetické - Kladno			22,61
UVKP - Ostrava			27,51
Kaly - Ostrava			16,71
Proplástok - Ostrava			14,79
Koks			27,49
Lignit			8,79
Brikety			23,05
Papier			14,1
